

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

MARINA SOUZA FERRÃO

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS
CONSTRUTIVOS DA PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL

SÃO CARLOS -SP
2021

MARINA SOUZA FERRÃO

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DA PRODUÇÃO
DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

AGRADECIMENTOS

Aos meu pais, Elaine e Jorge, e ao meu irmão, Pedro, que, além de sempre evidenciarem a importância do estudo, me ensinam diariamente e são exemplos de força, determinação, conquista e amor. Serei eternamente grata.

Ao Allan Pedro, por ser apoio, incentivo, calma, acolhimento e companheirismo.

Aos meus amigos e familiares, pelo apoio durante essa jornada.

Ao professor e orientador Douglas Barreto e ao professor Christian Souza Barboza pelo suporte durante a construção deste trabalho de conclusão de curso.

À UFSCar e professores do Departamento de Engenharia Civil por promoverem ensino com excelência, bem transformador e não retirável.

RESUMO

A sustentabilidade é um conceito que envolve o tripé da economia, meio ambiente e parte social. Sua aplicação na construção é algo cada vez mais presente, abrangendo o uso de materiais, métodos e sistemas inovadores. A utilização de uma construção sustentável possui um impacto direto no bem-estar dos moradores e qualidade de vida dos mesmos. No Brasil, as Habitações de Interesse Social (HIS) buscam constantemente um menor custo de produção, executando projetos com espaços reduzidos e baixa otimização. É de extrema importância envolver a sustentabilidade na habitação da população de baixa renda que moram nessas HIS. Este trabalho tem como objetivo metrificar os aspectos de sustentabilidade nos sistemas construtivos utilizados na produção de Habitação de Interesse Social, tendo como objeto de estudo as HIS produzidas pelo CDHU no estado de São Paulo nas últimas décadas. Através de um levantamento sobre os tipos de sistemas construtivos utilizados nas HIS, foram selecionadas duas amostras de conjuntos habitacionais do CDHU: Guaianazes A e Guaianazes B, com sistemas construtivos de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos e em blocos de concreto, respectivamente. A partir das informações sobre os materiais, equipamentos e mão de obra utilizados nessas construções, aplicou-se a ferramenta da metodologia MATSUS, onde foram avaliados a somatória de emissão de gases ao meio ambiente, produção de resíduos sólidos, consumo de energia e água, custo financeiro, incentivo a economia local, impactos sociais, impactos técnicos e de desempenho sobre reciclagem e reuso, desempenho físico-mecânico, confiabilidade técnica e facilidade de transporte, estocagem e manutenção para a produção dos sistemas construtivos analisados. Como resultados, obteve-se uma maior eficiência sustentável do sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos quanto aos indicadores ambientais, econômicos e técnicos de desempenho. Na avaliação global da sustentabilidade, o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos teve o resultado de 52,69% contra 47,31% do sistema de alvenaria em blocos de concreto na metrificação quanto eficiência sustentável considerando aspectos ambientais, econômicos, sociais e técnicos de desempenho.

Palavras-chave: Sustentabilidade, sistema construtivo, MATSUS, habitação, interesse social.

ABSTRACT

Sustainability is a concept that involves the tripod of economy, environment and social part. Its application in construction is increasingly present, encompassing the use of innovative materials, methods and systems. The use of sustainable construction has a direct impact on the well-being of residents and their quality of life. In Brazil, Social Interest Housing (HIS) is constantly looking for a lower production cost, carrying out projects with reduced spaces and low optimization. It is extremely important to involve sustainability in the housing of the low-income population who live in these HIS. This work aims to measure the aspects of sustainability in the construction systems used for the production of Social Interest Housing, having as object of study the HIS produced by the CDHU in the state of São Paulo in the recent decades. Through a survey of the types of construction systems used in HIS, two samples of housing projects from the CDHU were selected: Guaianazes A and Guaianazes B, with construction systems of masonry in ceramic blocks and in concrete blocks, respectively. From the information of the materials, equipment and labor used in these constructions, the MATSUS methodology tool was applied. The sum of gas emissions to the environment, solid waste production, energy and water consumption were evaluated, as well as financial cost, incentive to local economy, social impacts, technical and performance impacts on recycling and reuse, physical-mechanical performance, technical reliability and ease of transport, storage and maintenance for the production of the analyzed constructive systems. As a result, a greater sustainable efficiency for the masonry in ceramic blocks construction system was obtained in terms of environmental, economic and technical performance indicators. In the global assessment of sustainability, the construction system of masonry in ceramic blocks had the result of 52.69% against 47.31% for the masonry system in concrete blocks in the measurement of sustainable efficiency considering environmental, economic, social and technical aspects.

Keywords: Sustainability, construction system, MATSUS, housing, social interest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma com as etapas da metodologia	32
Figura 2- Foto e localização do empreendimento Guaianazes A5	40
Figura 3- Foto Guaianazes A5 - alvenaria de blocos cerâmicos	41
Figura 4- Localização do empreendimento Guaianazes B	42
Figura 5 - Foto Guaianazes B10 - alvenaria de blocos de concreto	43
Figura 6 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores ambientais	51
Figura 7 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores sociais	53
Figura 8 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores sociais	56
Figura 9 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores técnicos	58
Figura 10 - Resultado de desempenho sustentável dos sistemas construtivos analisados pela ferramenta MATSUS	59
Figura 11 - Vista em corte casa térrea isolada (TI13A- V2)	67
Figura 12 - Planta baixa casa térrea isolada (TI13A- V2)	68
Figura 13 - Vista em corte casa térrea geminada (TG12A)	69
Figura 14 - Planta baixa casa térrea geminada (TG12A)	69
Figura 15 - Vista em corte casas sobrepostas (SB22A) - Pavimento térreo	70
Figura 16 - Planta baixa casas sobrepostas (SB22A) - Pavimento térreo	71
Figura 17 - Planta baixa casas sobrepostas (SB22A) - Pavimento superior	71
Figura 18 - Vista em corte casas sobrepostas (SB22B) -pavimento térreo e superior	72
Figura 19 - Planta baixa casas sobrepostas (SB22B) -pavimento térreo e superior	73
Figura 20 - Vista em corte sobrado renqueado (SR23A)	74
Figura 21 - Planta baixa sobrado renqueado (SR23A) -pavimento térreo e superior	74
Figura 22 - Vista em corte prédio vertical isolado (VI22F-V2)	75
Figura 23 - Planta baixa prédio vertical isolado (VI22F-V2)	75
Figura 24 - Vista em corte prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)	76
Figura 25 - Planta baixa prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)	77
Figura 26 - Vista em corte prédio vertical isolado (VI22K)	78
Figura 27 - Planta baixa prédio vertical isolado (VI22K)	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais aspectos da construção sustentável	6
Quadro 2 - Escalas de avaliação da sustentabilidade e sua complexidade	12
Quadro 3 - Fases do ciclo de vida dos elementos	13
Quadro 4 - Dimensões consideradas na ferramenta e sua área de atuação	13
Quadro 5 - Indicadores considerados na ferramenta	14
Quadro 6- Avaliação quanto ao grau de salubridade	18
Quadro 7 - Avaliação quanto ao grau de segurança social	18
Quadro 8 - Avaliação quanto aos indicadores técnicos e de desempenho	19
Quadro 9 - Avaliação quanto aos indicadores locais	24
Quadro 10 - Peso relativo de cada indicador considerado na ferramenta MATSUS	27
Quadro 11 - Grau de importância das categorias consideradas na ferramenta MATSUS	30
Quadro 12 - Principais empreendimentos entregues pelo CDHU entre 2001 e 2006	34
Quadro 13 - Principais empreendimentos entregues pelo CDHU entre 2007 e 2013	36
Quadro 14 - Sistemas construtivos utilizados nos empreendimento por período do Programa	38
Quadro 15 - Quantidade total dos recursos ambientais utilizados para a produção dos sistemas construtivos analisados	50
Quadro 16 - Quantidade total dos recursos ambientais utilizados para a produção do conjunto Guaianazes B nos sistemas construtivos analisados	52
Quadro 17 - Quantidade total de custos e incentivo à economia local para a produção dos sistemas construtivos analisados	53
Quadro 18 - Quantidade total de custos para a produção do conjunto Guaianazes B nos sistemas construtivos analisados	54
Quadro 19 - Avaliação dos impactos sociais para a produção dos sistemas construtivos analisados	55
Quadro 20 - Avaliação dos indicadores técnicos para a produção dos sistemas construtivos analisados	57
Quadro 21 - Descrição casa térrea isolada (TI13A- V2)	67
Quadro 22 - Descrição térrea geminada (TG12A)	68
Quadro 23 - Descrição casas sobrepostas (SB22A)	70
Quadro 24 - Descrição casas sobrepostas (SB22B)	72
Quadro 25 - Descrição sobrado renqueado (SR23A)	73
Quadro 26 - Descrição prédio vertical isolado (VI22F-V2)	74
Quadro 27 - Descrição prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)	76
Quadro 28 - Descrição prédio vertical isolado (VI22K)	77

LISTA DE SIGLAS

ANP – Gás Natural e Biocombustíveis
AP – *Acidification Potential*
APf – Acompanhamento Profissional
AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
CAA – Consumo de Água de Abastecimento
CAR – Consumo de Água de Reuso
CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CDH – Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo
CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
CECAP – Companhia Estadual de Casas Populares
CENR – Consumo de Energia não Renovável
CER – Consumo de Energia Renovável
CET – Companhia de Engenharia de Tráfego São Paulo
CIRIA – *Construction Industry Research and Information Association*
CM – Comportamento Mecânico
CODESPAULO – Companhia de Desenvolvimento de São Paulo
DR – Durabilidade prevista do sistema construtivo
EP – *Eutrophication Potential*
EST - facilidade de Estocagem dos elementos
FM – Facilidade de Manutenções
FR – Facilidade de Reparos
FRP – Padronização na Replicação
FUNAI - Fundação Nacional do Índio
GAP - Custos para a Aplicação e Produção
GCP – Grau de Complexidade Produtiva
GCS – Grau de participação do Sistema Construtivo
GE – Grau de Estanqueidade
GFS – Grau de Fomento a Sustentabilidade
GPCS – Grau de Popularização dos Conceitos de Sustentabilidade
GS – Grau de Salubridade
GSS – Grau de Segurança
GTS – Grau de Transmissão de ondas Sonoras
GTT – Grau de Transmitância
GUMC – Grau de Utilização de Materiais Culturalmente utilizados
GWP – *Global Warming Potential*
HIS – Habitação de Interesse Social
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MATSUS – Metodologia de Apoio a Seleção de Sistemas Construtivos mais Sustentáveis
MI - Programa Moradias Indígenas
MOL – Mão de Obra local
MPL – Matéria-prima Próxima ao local
MQ - Programa Moradia Quilombola
MRU - Programa Moradia Rural
ODP – *Ozone Depletion Potential*
PAC - Programa de Atuação em Cortiços

PD - Programa Produção Direta
PER – Grau de Perecibilidade dos elementos
PHAI - Programa Habitação Servidor Público
PLAC - Programa Autoconstrução
PLAFR - Programa Atuação em Favelas e Áreas de Risco
PLMUT – Programa Mutirão Associativo
PLNHE - Programa Núcleo Habitacional por Empreitada
PMM - Programa Parcerias com Municípios
POCP – *Photochemical Oxidation Potential*
PRA – Parcela que pode ser Reaproveitada do sistema construtivo
PRC – Parcela que pode ser Reciclada do sistema Construtivo
PVC - Policloreto de Vinila
QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
RNP – Resíduos não Perigosos
RP – Resíduos Perigosos
RR – Resíduos Radioativos
SERRA - Programa de Recuperação Socioambiental Serra do Mar
UFAV - Programa Urbanização de Favelas
VER – Versatilidade da aplicação do sistema construtivo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICATIVA	2
1.2	OBJETIVOS	2
2.	REVISÃO LITERÁRIA	3
2.1	HABITAÇÃO SOCIAL	3
2.2	SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL	4
2.3	PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	5
2.4	HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL	7
2.5	COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDHU)	8
2.5.1	Histórico	9
2.5.2	Tipologias utilizadas	10
2.6	METODOLOGIA MATSUS	11
2.6.1	Indicadores considerados na ferramenta	13
2.6.2	Funcionamento da ferramenta	17
2.6.3	Calculo de indicadores não ponderados	17
2.6.4	Cálculo dos pesos para cada categoria e dimensão de sustentabilidade	26
2.6.5	Análise ponderada	31
3.	METODOLOGIA	32
3.1	APLICAÇÃO FERRAMENTA METODOLOGIA MATSUS	34
3.1.1	Definição da amostra	34
3.1.2	Empreendimentos entregues no sexto período	34
3.1.3	Empreendimentos entregues no sétimo período	35
3.1.4	Sistemas construtivos utilizados	37
3.1.5	Seleção das amostras	38
3.2	DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS	39
3.2.1	Descrição amostra 1- Guaianazes A-05	39
3.2.2	Descrição amostra 2- Guaianazes B-10	41
3.3	DADOS UTILIZADOS	43
3.3.1	Materiais	44
3.3.2	Equipamentos	45
3.3.3	Mão de Obra	45
3.3.4	Custos unitários	45
3.3.5	Atividades	46
3.3.6	Sistema construtivo	47
3.3.7	Informações do projeto	47
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1	INDICADORES AMBIENTAIS	49
4.2	INDICADORES ECONÔMICOS	52
4.3	INDICADORES SOCIAIS	54
4.4	INDICADORES TÉCNICOS	56
4.5	AVALIAÇÃO GLOBAL DA SUSTENTABILIDADE	59
5.	CONCLUSÃO	61
6.	REFERÊNCIAS	63
7.	ANEXO A- TIPOLOGIAS UTILIZADAS PELA CDHU	67
8.	APÊNDICE A – Planilhas ferramenta MATSUS	80

1. INTRODUÇÃO

As Habitações de Interesse Social (HIS) estão ligadas diretamente com a necessidade de dispor habitação para a população com menor renda. No Brasil, as HIS surgiram com a demanda de um grande número de habitações como consequência das migrações do meio rural para o urbano a partir de 1950. A busca do setor público para suprir o déficit de domicílios desde essa época é constante, porém é de extrema importância que tanto os aspectos quanto a qualidade da habitação de interesse social também sejam respeitados, resultando nas construções sustentáveis (LANGENBUCH¹, 1972; *apud* BONDUKI, 1994).

A construção civil é uma das áreas com maior desperdício de materiais e geração de resíduos sólidos. A sustentabilidade é um conceito com dimensão ecológica, econômica e social, portanto dentro deste conceito não basta uma análise apenas na redução de desperdício ou utilização de novos materiais na construção, mas sim os impactos sociais para toda a comunidade e como isso pode ser oferecido dentro das condições financeiras do público em questão (MALHADAS¹, 2001 *apud* OLDONI *et al.*, 2013).

O projeto da Habitação de interesse Social no Brasil preocupa-se somente em promover um lugar para a população de baixa renda viver, sem considerar os aspectos locais e interesses sociais da população. As HIS, além de economicamente viáveis, devem ser socialmente sustentáveis. É de extrema importância a busca pela satisfação do usuário com a habitação, pois ela está diretamente ligada com os seus interesses e necessidades supridas (BONDUKI, 1994).

Por meio de um levantamento sobre os sistemas construtivos predominantes nas HIS construídas nos últimos 20 anos no estado de São Paulo, identificação dos materiais utilizados na estrutura, auxílio do software MATSUS (BARBOZA, 2019) e análises dos resultados encontrados, este trabalho busca como resultado uma medição da sustentabilidade existente nos sistemas construtivos da HIS analisadas.

¹-MALHADAS,Z.Z. **Dupla Ação: Conscientização e educação ambiental para a sustentabilidade.** NIMAD, Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente e Desenvolvimento: Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001

1.1 JUSTIFICATIVA

A construção civil é uma das áreas que mais gere resíduos e impactos ao meio ambiente. Uma forma de reduzir esses impactos são as construções sustentáveis, através do gerenciamento que engloba todas as etapas e formas da construção. Apesar do custo elevado dos produtos, há técnicas sustentáveis (com valores relativamente baixos) que impactam diretamente no bem-estar e melhor qualidade de vida. No Brasil, com a busca do menor custo na produção de habitações sociais, as mesmas possuem espaços reduzidos e projetos pouco desenvolvidos. É de extrema importância incluir as inovações sustentáveis e propiciar uma melhora da qualidade de vida da população de baixa renda que mora nas Habitações de Interesse Social.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é metrificar a sustentabilidade existente nos sistemas construtivos utilizados na produção de Habitação de Interesse Social (HIS) produzidas pela CDHU nos últimos 20 anos.

Os objetivos específicos são: caracterizar os aspectos de sustentabilidade aplicáveis à produção de HIS; identificar as tipologias das HIS produzidas no estado de São Paulo; identificar os sistemas construtivos adotados nas tipologias produzidas; identificar os materiais utilizados nas estruturas das tipologias selecionadas; utilizar a ferramenta MATSUS para comparar dois sistemas construtivos diferentes e metrificar a sustentabilidade aplicada nessas HIS.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

A habitação como um todo simboliza um local de acolhimento e proteção que supre as necessidades básicas daqueles que ali moram. Ela representa uma função social, ambiental e econômica. A função social é aquela que propõe o convívio e permite que a família se desenvolva; a função ambiental é a relação dessa habitação com o meio urbano, promovendo saúde, educação, transporte, lazer, trabalho e infraestrutura; e a função econômica está ligada a renda e influencia diretamente nos bens e serviços disponíveis na região onde a moradia se localiza (CECCHETTO, 2015).

Segundo Fittipaldi (2009), a habitação social se caracteriza pela baixa disponibilidade financeira de seus moradores. Os direitos e necessidades de seus habitantes são iguais, porém a busca por custos de investimentos menores leva a espaços reduzidos e projetos simplificados.

A Revolução Industrial propiciou um momento de crescimento das cidades. A procura por moradias devido ao intenso fluxo migratório dos campos resultou na valorização imobiliária acentuada (LANGENBUCH¹, 1972; *apud* BONDUKI, 1994). A solução era a criação de cortiços que ofereciam uma superpopulação e locais insalubres como moradia.

Na época onde era necessária a produção de habitação para os operários, o governo privilegiava a produção privada já que não propunha ações ou projetos que envolvessem a construção de habitação social (ROLNIK², 1981 *apud* BONDUKI, 1994). Porém, ao passar dos anos, por conta da falta de interesse dos meios privados na produção de habitação para a população de baixa renda, o Estado interviu e iniciou as políticas necessárias para reverter o enorme problema de falta de moradia para a população, dando origem às Habitações de Interesse Social (HIS) (BONDUKI, 1994).

1-LANGENBUCK, Richard (1972). *A Estruturação da Grande São Paulo*. IBGE, Rio de Janeiro

2-ROLNIK, Raquel (1981). *Cada Um no Seu Lugar*. Dissertação de mestrado defendida na faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, São Paulo

Os primeiros conjuntos habitacionais foram em 1937, promovidos pelo governo através dos Institutos de Aposentadoria e Pensões, seguida pela Instituição da Fundação da Casa Popular, em 1946 (BONDUKI, 1994).

Segundo Cecchetto (2015), a falta de organização do governo para atender a demanda por habitação pelas pessoas que buscam na cidade empregos e melhor qualidade de vida é um problema que sempre houve. Atualmente, apesar da existência de programas sociais, há um grande número de favelas nas periferias, pois um assentamento habitacional, mesmo precário e insalubre, é a solução para enfrentar a ausência de moradias (BONDUKI, 1994).

2.2 SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito de sustentabilidade está ligado ao suprimento das atuais necessidades da população sem afetar o futuro das próximas gerações (SALGADO *et al.* 2012). A sustentabilidade está ligada ao tripé do desenvolvimento material e econômico, sem prejudicar o meio ambiente, envolvendo também o fator social. (MALHADAS¹, 2001 *apud* OLDONI *et al.*, 2013).

Segundo Araújo (2008) a construção sustentável é um sistema construtivo que produz alterações no meio, atendendo as necessidades dos usuários da edificação, preservando o meio ambiente e seus recursos naturais.

Ao decorrer dos anos, o conceito de construção sustentável tem se modificado, junto com os elementos necessários para definir um empreendimento como sustentável. Inicialmente o objetivo era somente a busca por edificações com eficiência energética (baixo gasto de energia), ao passar do tempo outros elementos também se tornaram triviais, tais como a redução de resíduos sólidos (entulho), menor consumo de água e redução de resíduo doméstico. Atualmente um edifício sustentável envolve elementos materiais e processos, sendo responsável pelo consumo, geração, processamento e descarte de tudo que está envolvido na produção do empreendimento. (ARAÚJO, 2008).

Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que se conserva a energia e os seus recursos, recicla materiais e reduz as

1-MALHADAS,Z.Z. **Dupla Ação: Conscientização e educação ambiental para a sustentabilidade.** NIMAD, Núcleo Interdisciplinar de Meio Ambiente e Desenvolvimento: Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001

substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício (ISO/TC 59/SC3 N 459) (ARAÚJO, 2008)

2.3 PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção de edificações sustentáveis exige um envolvimento e integração de todos os profissionais participantes e uma mudança em todos os processos de produção do empreendimento, desde a organização operacional até a forma de execução (SALGADO *et al.*, 2012)

Segundo Salgado *et al.* (2012), uma construção sustentável deve atender às três questões principais: aspectos ambientais, sociais e econômicos. A construção civil resulta em impactos econômicos e sociais que influenciam na qualidade de vida da população. Sendo assim, entender os parâmetros que envolvem uma construção sustentável é de extrema importância (AGUILAR E MOTTA¹, 2009 *apud* CECCHETTO *et al.*, 2015).

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) (CORRÊA, 2009) levantam alguns parâmetros básicos da construção sustentável, sendo estes:

- Aproveitamento de condições naturais;
- Utilização mínima de terreno e incorporação ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Redução dos impactos no entorno;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptação às necessidades dos clientes/usuários da edificação;
- Utilização de matérias-primas que colaboram com a eco-eficiência do processo;
- Redução do consumo de energia e de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e descartar os resíduos sólidos corretamente;
- Utilizar tecnologias disponíveis sempre que possível;

1-AGUILAR, Maria Teresa P; MOTTA, Silvio R. F. Sustentabilidade e processos de projeto de edificações. **Revista Gestão & Tecnologia de Projetos**, Vol. 4, nº 1, maio de 2009.

- Conscientizar todos os envolvidos no processo construtivo e de utilização do edifício (educação ambiental).

Outras associações mundiais criaram os seus próprios parâmetros para uma construção sustentável. Um exemplo disso é a CIRIA (*Construction Industry Research and Information Association*), a partir de uma consulta no setor de construção do Reino Unido, a associação apresentou dez temas principais para a construção sustentável, demonstrados no Quadro 1 (SALGADO *et al.*, 2012).

Quadro 1 - Principais aspectos da construção sustentável

	Subtemas
Temas Ambientais	Evitar poluição
	Proteção e melhoria da biodiversidade
	Melhoria de eficiência energética
	Uso eficiente de recursos
Temas Sociais	Respeito à equipe de funcionários
	Relacionamento com comunidades locais
	Estabelecimento de parcerias
Temas Econômicos	Aumento de produtividade e lucro
	Melhoria no projeto (produto oferecido)
	Monitoramento e relato de desempenho versus meta

Fonte: Adaptação de *Construction Industry Research and Information Association* (2001 *apud* SILVA, 2007)

No Brasil, há pouco tempo a questão ambiental é relevante para as construtoras. Um dos métodos utilizados para incentivar a qualidade ambiental das edificações é o Selo Azul (proposta pela Caixa Econômica Federal em 2010), que consiste em uma verificação, durante a análise de viabilidade técnica da edificação, de 51 critérios de avaliação determinados, resultando na classificação do projeto. Outra forma de incentivo é o programa de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações, que consiste em uma proposta de certificação do empreendimento a partir do seu desempenho energético (com base em requisitos preestabelecidos) (SALGADO *et al.*, 2012).

De acordo com Salgado *et al.* (2012) o grande desafio da construção de edificações sustentáveis é a preocupação tanto dos critérios técnicos que envolvem o projeto, quanto os procedimentos de gestão que auxiliam na realização do projeto da edificação. Isso é alcançado pela assimilação das decisões de projeto, sendo fundamental a constante troca de informações entre os profissionais durante todo o processo do projeto.

2.4 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL

As construções atuais de habitação de interesse social devem-se ao remanejamento de famílias que vivem em locais irregulares ou até mesmo insalubres. É dever do poder público, em conjunto com os engenheiros e arquitetos responsáveis, transferir essa população para locais planejados que supram as necessidades desses futuros moradores (CECCHETTO *et al.*, 2015).

Segundo Bessa *et al.* (2010¹ *apud* CECCHETTO *et al.*, 2015), a maioria dos projetos de HIS no Brasil são produzidos a partir de projetos padronizados (casas ou edifícios multifamiliares) devido à busca pela redução de custo tanto dos projetos quanto da sua execução. Através de atualizações das normas técnicas, novos fatores são considerados nesses projetos, como fatores climáticos (NBR 15575), resultando na produção de moradias sociais mais sustentáveis.

O mercado sustentável na construção civil é extenso, porém o valor agregado e de custo de implantação são elevados, dificultando o acesso da população de baixa renda a esses produtos e sistemas. No entanto, existem habitações de interesse social que adotam técnicas sustentáveis, gerando um impacto direto na qualidade de vida dos habitantes (CECCHETTO *et al.*, 2015).

Segundo Cecchetto *et al.* (2015), as ações sustentáveis implementadas atualmente ou futuramente pela CDHU são:

- Adoção de cores claras: temperaturas internas mais baixas devido a reflexão da radiação solar e aumento da luminosidade dos ambientes;

1-BESSA, Vanessa M. Taborianski; CSILLAG, Diana; JOHN, Vanderley Moacyr; TAKAOKA, Marcelo Vespoli; SUZUKI, Eliane Hayashi. 2010. Lições Aprendidas: Soluções para Sustentabilidade em Habitação de Interesse Social com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU).

- Aquecimento de água e energia fotovoltaica: obtida por sistemas de placas solares;
- Aproveitamento de águas pluviais: por meio de piscinões comunitários;
- Eficiência energética e conforto térmico;
- Economia de água: por válvulas hidrossanitárias que reduzem o consumo de água;
- Padronização do pé-direito: construção com alturas maiores do que as mínimas exigidas, permitindo maior circulação de ar;
- Sombreamento natural: vegetação no entorno dos edifícios e em áreas externas de lazer;
- Ventilação cruzada: a partir do posicionamento planejado de portas e janelas;
- Uso de forro: melhoramento térmico no isolamento do calor.

A sustentabilidade na construção é algo cada vez mais presente, porém o uso de materiais, métodos e sistemas inovadores não é o suficiente para um bom funcionamento das edificações, a educação ambiental dos moradores é fundamental para a manutenção dessas melhorias. O governo é responsável por fornecer o material e promover ações que conscientizem toda a comunidade, gerando, além de moradias, uma melhor qualidade de vida para a população (CECCHETTO *et al.*, 2015).

2.5 COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDHU)

A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo é a maior empresa que promove moradia popular no Brasil. Sua finalidade é executar programas habitacionais em todo o Estado de São Paulo, tendo como objetivo o atendimento da população de baixa renda, famílias com renda na faixa de 1 a 10 salários mínimos. Seu maior desafio é manter a produção de habitações em larga escala, sempre a preço de custo e visando combater o déficit habitacional do Estado (SILVA, 2013).

2.5.1. Histórico

A empresa hoje conhecida como CDHU foi fundada em 1949 e já teve diversos nomes: CECAP, CODESPAULO e CDH. Sua denominação atual foi dada em 1989. O Governo do Estado começou a atuar efetivamente na habitação popular em 1967, quando a CECAP- Companhia Estadual de Casas Populares- iniciou a produção de habitações para a população de baixa renda. Em 1980, através do Decreto 29.335, a CECAP foi desativada, e em 1981 foi reativada como CODESPAULO (Companhia de Desenvolvimento de São Paulo), mantendo o objetivo de atuação (SILVA, 2013).

Em 1983, através do Decreto 21.592, a Secretaria Executiva de Habitação foi criada, subordinada ao Governador do Estado. Com o Decreto 22.061 em 1984, alterou o nome de CODESPAULO para CDH (Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo). Foi estabelecido um novo perfil de atuação, utilizando os 7 recursos do Tesouro do Estado. Em 1987, houve uma nova alteração, passando o nome da Secretaria Executiva de Habitação para Secretaria de Estado da Habitação (MELO *et al.*, 2010).

Em 1988, da Secretaria da Habitação (assim como a Secretaria dos Negócios Metropolitanos) foi extinta, criando-se a Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano. A CDH passou a chamar-se CDHU, Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, absorvendo os outros Órgãos e Companhias semelhantes, e passou a atuar como atualmente é conhecida (MELO *et al.*, 2010).

Até os dias atuais, por conta da mudança de comando do Governo do Estado de São Paulo, a CDHU expandiu e diversificou ainda mais a sua produção, tendo um grande papel no desenvolvimento econômico e urbano (SILVA, 2013). Desde 1967 até 2019 a CDHU produziu 532.998 unidades habitacionais. Porém, estas mudanças impactam diretamente no arquivamento das informações. Pela história ser irregular quanto a sua organização e liderança política, isso pode gerar e influenciar a falta de informações, limitando a propagação da utilização de métodos mais sustentáveis em suas construções habitacionais.

2.5.2. Tipologias utilizadas

Com a intenção de facilitar as contratações, a fiscalização das obras e o controle de desempenho das edificações, a CDHU possui padrão de unidades habitacionais em seus projetos, as chamadas tipologias habitacionais, que busca atender às necessidades básicas das famílias e hoje já são construídas considerando a possibilidade de ampliações e melhorias realizadas pelos usuários.

De acordo com o caderno de tipologias da CDHU, as principais tipologias de casas térreas, sobrado e edifícios são: casa térrea isolada (TI13A- V2), casa térrea isolada (TI23FMC), casa térrea geminada (TG12A), sobrado renqueado (SR13A), casas sobrepostas (SB22A), casas sobrepostas (SB22B), sobrado geminado (SG22C), sobrado renqueado (SR23A), verticais isolados (VI22F- V2), verticais isolados sobre pilotis (PI22F), verticais isolados (VI22G), verticais isolados (VI22H), verticais isolados (VI22I) e verticais isolados (VI22K).

Dentre todas essas tipologias existentes, aquelas que foram mais aplicadas serão descritas a seguir (informações detalhadas sobre as tipologias encontram-se no Anexo A):

- **Casa térrea isolada (TI13A- V2):** possui uma área útil de 36,15 m² com possibilidade de ampliação para quase 40 m². É a versão mais utilizada na Campanha, podendo passar a ter dois dormitórios com um remanejamento de paredes e sem aumento de custos. Pode ser ampliada para três ou quatro dormitórios;
- **Casa térrea geminada (TG12A):** possui uma área útil de 32,44 m² (cada unidade). É uma tipologia utilizada em terrenos com pouca frente, possui um dormitório e pode ser ampliada para dois;
- **Casas sobrepostas (SB22A):** possuem uma área útil de 46,75 m² (cada unidade). É uma tipologia adequada para áreas em declive, possui quatro unidades, sendo duas em cada pavimento. Cada moradia tem dois dormitórios, escada de acesso externa e um pequeno quintal, não permitindo ampliação;
- **Casas sobrepostas (SB22B):** têm como diferença das casas sobrepostas (SB22A) a mudança de acesso da escada para o interior da construção e a eliminação do quintal. Possui dois dormitórios e não permite ampliações;

- **Sobrado renqueado (SR23A):** possui uma área útil de 41,11 m² com possibilidade de ampliação para quase 57 m². Possui dois dormitórios, podendo receber mais um nos fundos, sem alteração da fachada principal;
- **Prédio vertical isolado (VI22F-V2):** possui uma área útil de 37,81 m² com cinco pavimentos (térreo mais quatro pavimentos);
- **Prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F):** possui 37,81 m² de área útil. O pavimento térreo é utilizado como estacionamento e o primeiro pavimento tem uma maior privacidade;
- **Prédio vertical isolado (VI22K):** possui 44,95 m² de área útil. Essa tipologia é aplicada em terrenos com alta declividade já que o seu acesso é permitido pelo 3º ou 4º andar. Possui 7 pavimentos.

2.6. METODOLOGIA MATSUS

O conceito de sustentabilidade é muito complexo, e quando tenta-se mensurar essa sustentabilidade aplicada à construção civil, não se pode limitar a um único fator como o desempenho eco ambiental dos materiais ou a relação de custo-benefício dos mesmos. Para a criação de uma metodologia que mensure essa sustentabilidade de maneira correta, deve-se considerar múltiplas dimensões com índices que metrifiquem fatores econômicos, sociais e ambientais (BARBOZA, 2019).

Uma análise de um objeto específico pode abranger diferentes escalas, relacionando suas características físicas, espaciais, cronológicas, sua função e desempenho (CHIAVENATO¹, 1983; *apud* BARBOZA, 2019). Quando se trata de uma avaliação quanto ao desempenho sustentável de uma edificação, depende do grau de abordagem, isso implica em aprofundamentos e generalidades (MATHEUS, 2019; *apud* BARBOZA, 2019).

Segundo Barboza (2019), existem diversas escalas de avaliação da sustentabilidade (Quadro 2) e fases do ciclo de vida do elemento (Quadro 3) em análise que podem ser consideradas na mensuração e avaliação da sustentabilidade em um sistema construtivo.

1-CHIAVENATO, I. Introdução à teoria geral da administração. São Paulo, SP: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

Quadro 2 - Escalas de avaliação da sustentabilidade e sua complexidade

Escalas de avaliação da Sustentabilidade	Complexidade
Escala do Material de Construção	Avaliação dos impactos gerados pelo material ao longo do seu ciclo de vida, de maneira isolada
Escala do Sistema Construtivo	Avaliação dos impactos gerados pelos materiais que compõem o sistema construtivo, considerando a sua produção, uso e desuso desses sistemas
Escala da Edificação	Avaliação dos impactos gerados por todos os sistemas construtivos existentes na edificação (de maneira isolada) – fundação, vedação vertical, cobertura, sistema hidrossanitário, etc-, considerando seu funcionamento em conjunto, concepção, implantação do projeto e desempenho durante o uso
Escala Local	Avaliação do comportamento das edificações em sua localidade, considerando seu relacionamento com vizinhança e impactos para o local
Escala Regional	Avaliação dos impactos de diversos conjuntos populacionais, considerando seu uso e ocupação do solo: indústrias, comércios, transportes, vegetação e bioma, etc.
Escala Nacional	Avaliação com alta complexidade, considerando o relacionamento entre diversas regiões e seus relacionamentos de forma isolada, resultando em generalizações dependendo do tamanho do país analisado.
Escala Global	Avaliação ideal de sustentabilidade, porém sua alta complexidade requer uma sistematização e generalização de diversos fatores, resultando no distanciamento da retratação de forma realista de cada edificação existente e sua relação com o seu microambiente.

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Quadro 3 - Fases do ciclo de vida dos elementos

Fases do ciclo de vida do elemento em análise	Complexidade
Fase de fabricação e aplicação (obra)	Avaliação da extração, transporte, comercialização e aplicação nos sistemas construtivos
Fase de uso e desempenho	Avaliação do uso da edificação pelos usuários e moradores, o relacionamento com o ambiente e sua geração de resíduos (manutenções)
Fase desmonte e descarte	Avaliação dos impactos pelo desmonte e como os materiais serão reutilizados/descartados

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

A metodologia MATSUS possui uma ferramenta que tem o objetivo de mensurar a sustentabilidade de um sistema construtivo e, para isso, considera o desempenho de todos os materiais construtivos utilizados e sua interação para a formação desse sistema (escala do Material de Construção e escala do Sistema Construtivo). Além disso, a ferramenta analisa os impactos ambientais, sociais, econômicos e técnicos na fase de fabricação e aplicação desse sistema construtivo avaliado.

2.6.1 Indicadores considerados na ferramenta

Para a mensuração da sustentabilidade de um sistema construtivo, a ferramenta MATSUS considera 4 dimensões principais que se inter-relacionam (BARBOZA, 2019). No Quadro 4 é possível ver cada uma dessas dimensões e sua área de análise.

Quadro 4 - Dimensões consideradas na ferramenta e sua área de atuação
(continua)

Dimensão considerada	Área de atuação
Ecológico e ambiental	Análises dos materiais de construção e equipamentos utilizados no sistema construtivo ao longo de seus ciclos de vida
Sócio, histórico e cultural	Análises das condições de trabalho durante a construção do sistema construtivo, os fatores culturais regionais onde o sistema

(conclusão)

Dimensão considerada	Área de atuação
Sócio, histórico e cultural	construtivo se localiza e a aplicação de conceitos de educação ambiental para os usuários da edificação
Econômico e financeiro	Análises do custo de implementação do sistema construtivo e impacto na economia da região
Técnica e desempenho	Análises do comportamento físico, mecânico e de desempenho dos materiais, além de sua aplicação, manutenção e absorção pelo ambiente pós uso

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Os indicadores considerados na ferramenta (Quadro 5) baseiam-se em uma pesquisa e validação realizada com cinco grupos de interesse: usuários – residentes de locais rurais como agricultores, população tradicional-, profissionais atuantes na área de construção civil – engenheiros, arquitetos, profissionais ligados a construção de edificações residenciais -, pesquisadores – ligados à pesquisa com trabalhos de sustentabilidade de edificações e projetos de desenvolvimento sustentável em comunidades rurais -, e gestores públicos – profissionais com envolvimento em ações desenvolvidas pelo setor público relacionados com populações rurais como FUNAI, INCRA, IMATER -. Essa validação avaliou a aplicabilidade destes indicadores e a sua importância e relevância na avaliação de sustentabilidade de um sistema construtivo e a partir disso foram selecionados os indicadores considerados na ferramenta MATSUS (BARBOZA, 2019).

Quadro 5 - Indicadores considerados na ferramenta

(continua)

Dimensão	Categoria	Indicador
Ecológica e Ambiental	Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	Emissão de gases que potencializam o aquecimento global (<i>Global Warming Potencial – GWP</i>)
		Emissões de gases que degradam a camada de ozônio (<i>Ozone Depletion Potencial – ODP</i>)
		Emissões de gases que aumentam o potencial de acidificação (<i>Acidification Potencial – AP</i>)

(continuação)

Dimensão	Categoria	Indicador
Ecológica e Ambiental	Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	Emissão de gases que aumentam o potencial de oxidação fotoquímica (<i>Photochemical oxidation potential</i> –POCP)
		Emissões de gases que aumentam o grau de eutrofização de mananciais (<i>Eutrophication Potential</i> - EP)
	Geração de resíduos sólidos	Quantidade de resíduos perigosos gerados (RP)
		Quantidade de resíduos radioativos gerados (RR)
		Quantidade de resíduos não perigosos gerados (RNP)
	Consumo de energia	Quantidade relativa de energia não renovável existente na produção do sistema construtivo (CENR)
		Quantidade relativa de energia renovável existente na produção do sistema construtivo (CER)
	Consumo de Água	Quantidade de água consumida, com origem da rede de abastecimento, para produção do sistema construtivo (CAA)
		Quantidade relativa de água, com origem de fontes alternativas, para produção do sistema construtivo (CAR)
	Sócio, Histórico e Cultural	Disseminação de conhecimento técnico acerca da sustentabilidade
Grau de fomento e apoio a instituições que promovem a sustentabilidade da construção civil (GFS)		
Respeito e afirmação histórica e cultural local		Grau de utilização de materiais culturalmente usados pela comunidade local (GUMC)
Salubridade e seguridade social		Grau de salubridade nas condições de trabalho ao longo da cadeia produtiva do sistema construtivo (GS)
		Grau de utilização de mão de obra formal, com a garantia de seguridades sociais (GSS)

(continuação)

Dimensão	Categoria	Indicador
Sócio, Histórico e Cultural	Incorporação da técnica construtiva pela população local	Grau de participação do sistema construtivo da edificação (GCS)
		Grau de complexidade produtiva do sistema construtivo (GCP)
		Possibilidade de produção do sistema construtivo por meio de mutirões (GAP)
Econômica e financeira	Custos financeiros	Custos para a produção e aplicação do sistema construtivo (CAP)
	Incentivo à economia local	Aquisição de matéria- prima próxima ao local de sua aplicação (MPL)
		Contratação de mão de obra local (MOL)
Técnica e desempenho	Reciclagem ou reuso	Parcela que pode ser reciclada do sistema construtivo após o seu desuso (PRC)
		Parcela que pode ser reaproveitada do sistema construtivo após o seu desuso (PRA)
	Desempenho físico- mecânico	Grau de estanqueidade do sistema construtivo (GE)
		Grau de transmitância térmica do sistema construtivo (GTT)
		Grau de transmissão de ondas sonoras do sistema construtivo (GTS)
		Comportamento mecânico do sistema construtivo aos esforços de: compressão, tração e abrasão (CM)
	Desempenho físico- mecânico	Durabilidade prevista para o sistema construtivo (DR)
	Confiabilidade técnica	Acompanhamento de profissionais habilitados durante as fases de produção e aplicação do sistema construtivo (AP)
	Facilidade de estocagem e transporte	Grau de perecibilidade dos elementos que compõem o sistema construtivo (PER)
		Facilidade de estocagem dos elementos que compõem o sistema construtivo (EST)
		Facilidade de transporte dos elementos que compõem o sistema construtivo (TRA)

(conclusão)

Dimensão	Categoria	Indicador
Técnica e desempenho	Facilidade de manutenções/ ampliações	Facilidade da realização de manutenções periódicas no sistema construtivo (FM)
		Facilidade de realizar reparos no sistema construtivo (FR)
		Padronização na replicação do sistema construtivo (FRP)
		Versatilidade da aplicação e uso do sistema construtivo (VER)

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

2.6.2 Funcionamento da ferramenta

A ferramenta da metodologia MATSUS utiliza a modelagem AHP para a classificação de hierarquia da relação entre os critérios e possibilidades de soluções construtivas. Seu funcionamento se divide em 3 grandes etapas: cálculo de indicadores não ponderados – onde serão colocadas pelo usuário todas as informações que permeiam os sistemas construtivos a serem analisados-, cálculo dos pesos para cada categoria e dimensão de sustentabilidade – onde são considerados diferentes graus de importância para cada categoria analisada – e análise ponderada – onde as informações colocadas na primeira etapa serão relacionadas com os pesos por categoria e ocorre a metrificação da sustentabilidade dos sistemas construtivos (BARBOZA, 2019).

2.6.3 Cálculo de indicadores não ponderados

Nesta etapa são inseridas as informações sobre todos os materiais, equipamentos e mão de obra utilizados na construção de cada sistema construtivo. Essas informações referem-se ao impacto ambiental, transporte e aplicação dos materiais, grau de escolaridade, presença de voluntários e custo da mão de obra, e desempenho e transporte dos equipamentos utilizados (BARBOZA, 2019)

Após isso, são cadastradas as atividades realizadas com os materiais, equipamentos e mão de obra já colocados na ferramenta (como por exemplo a atividade produção de argamassa). Para cada atividade, a ferramenta propõe a

avaliação quanto à salubridade e seguridade social com base nas condições de trabalho existentes na região. Seu objetivo é avaliar o grau de salubridade das atividades exercidas na construção dos sistemas construtivos e garantir que as atividades sejam realizadas com mão de obra assegurada. Nos Quadros 6 e 7 estão as avaliações quanto à salubridade e seguridade, respectivamente (BARBOZA, 2019).

Quadro 6 - Avaliação quanto ao grau de salubridade

Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Atividade com grau alto de insalubridade, conforme NR-15
2	Atividade com grau médio de insalubridade, conforme NR-15
3	Atividade com grau baixo de insalubridade, conforme NR-15
5	Atividade Salubre

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Quadro 7 - Avaliação quanto ao grau de seguridade social

Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Utilização de mão de obra não formal
5	Utilização de mão de obra formal

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Segundo Barboza (2019) é de extrema importância para a análise proposta pela MATSUS a relação entre o desempenho das soluções construtivas (técnico, ambiental e econômico) com as condições locais (desenvolvimento local e o vínculo sociocultural). Sendo assim, nesta etapa também são feitas avaliações quanto aos indicadores técnicos e de desempenho (Quadro 8) e indicadores locais (Quadro 9) (BARBOZA, 2019).

Quadro 8 - Avaliação quanto aos indicadores técnicos e de desempenho

(continua)

Potencial de reciclagem	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Incorporação de 0% de materiais reciclados e que não podem ser reciclados após o seu uso
2	Incorporação de até 25% de materiais reciclados ou a possibilidade de reciclar até 50% do sistema construtivo após o seu uso
3	Incorporação de até 50% de materiais reciclados e a possibilidade de reciclar até 50% do sistema construtivo após o seu uso
4	Incorporação de até 75% de materiais reciclados e a possibilidade de reciclar até 50% do sistema construtivo após o seu uso
5	Incorporação de 100% de materiais reciclados e a possibilidade de reciclar 100% do sistema construtivo após o seu uso
Potencial de reuso	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Incorporação de 0% de materiais de reuso
2	Incorporação de até 25% de materiais de reuso ou a possibilidade de reutilizar até 50% do sistema construtivo após o seu uso
3	Incorporação de até 50% de materiais de reuso e a possibilidade de reutilizar até 50% do sistema construtivo após o seu uso
4	Incorporação de até 75% de materiais de reuso e a possibilidade de reutilizar até 50% do sistema construtivo após o seu uso
5	Incorporação de 100% de materiais de reuso e a possibilidade de reutilizar até 100% do sistema construtivo após o seu uso
Grau de estanqueidade	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
Sistema de cobertura	
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
2	Desempenho mínimo (grau M) conforme a NBR 15575 (2013)
3	Desempenho intermediário (grau I) conforme a NBR 15575 (2013)
4	Desempenho máximo (grau S) conforme a NBR 15575 (2013)

(continuação)

Grau de estanqueidade	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Sistema de vedação vertical	
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
3	Atende à condição mínima descrita pela NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Grau de transmitância térmica	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
Sistema de cobertura	
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
2	Desempenho mínimo (grau M) conforme a NBR 15575 (2013)
3	Desempenho intermediário (grau I) conforme a NBR 15575 (2013)
4	Desempenho máximo (grau S) conforme a NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Sistema de vedação vertical	
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
3	Atende à condição mínima descrita pela NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Grau de transmissão de ondas sonoras	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
2	Desempenho mínimo (grau M) conforme a NBR 15575 (2013)
3	Desempenho intermediário (grau I) conforme a NBR 15575 (2013)
4	Desempenho máximo (grau S) conforme a NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Comportamento mecânico	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
3	Atende à condição mínima descrita pela NBR 15575 (2013)

(continuação)

Comportamento mecânico	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Durabilidade	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
Sistema de cobertura	
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
2	Desempenho mínimo (grau M) conforme a NBR 15575 (2013)
3	Desempenho intermediário (grau I) conforme a NBR 15575 (2013)
4	Desempenho máximo (grau S) conforme a NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Sistema de vedação vertical e pisos	
1	Materiais sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)
3	Atende à condição mínima descrita pela NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Acompanhamento de profissionais habilitados	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Materiais e técnica construtiva sem certificação técnica
2	Materiais com certificação técnica e técnica construtiva sem acompanhamento profissional
3	Materiais sem certificação técnica e técnica construtiva com acompanhamento profissional
4	Materiais com certificação técnica e técnica construtiva com acompanhamento profissional
Grau de perecibilidade	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Uso de materiais com níveis abaixo dos descritos ou não perecíveis
2	Incorporação acima de 10% de matérias com baixa perecibilidade
3	Incorporação acima de 10% de matérias com média perecibilidade

(continuação)

Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
4	Incorporação acima de 10% de matérias com alta perecibilidade
5	Incorporação de níveis superiores aos estabelecidos acima
Facilidade de estocagem	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Incorporação acima dos percentuais abaixo de materiais com grandes volumes ou pesos específicos elevados
2	Incorporação de até 75% de materiais com grandes volumes ou pesos específicos elevados
3	Incorporação de até 50% de materiais com grandes volumes ou pesos específicos elevados
4	Incorporação de até 25% de materiais com grandes volumes ou pesos específicos elevados
5	Uso de 75% de materiais extraídos localmente e que não necessitam ser estocados
Facilidade de transporte	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Uso de equipamentos e materiais que exigem dispositivos de transporte especiais
2	Uso de equipamentos ou materiais que exigem dispositivos de transporte especiais
3	Uso de equipamentos e materiais que exigem dispositivos de transporte de grande porte
4	Uso de equipamentos ou materiais que exigem dispositivos de transporte de grande porte
5	Uso de equipamentos ou materiais que podem ser transportados por meio de veículos de pequeno ou médio porte
Facilidade da realização de manutenções	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Sistemas construtivos sem avaliação ou em desconformidade com a NBR 15575 (2013)

(conclusão)

Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
3	Atende à condição mínima descrita pela NBR 15575 (2013)
5	Desempenho superior à maior avaliação prevista pela norma de desempenho
Facilidade da realização de reparos	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Sistema construtivo que pode ser reparado apenas por profissionais altamente especializados e necessita de materiais com baixa oferta no mercado
2	Sistema construtivo que pode ser reparado apenas por profissionais altamente especializados com materiais encontrados com facilidade no mercado
3	Sistema construtivo que pode ser reparado por profissionais não especializados com materiais encontrados com materiais com baixa oferta no mercado
4	Sistema construtivo que pode ser reparado por profissionais não especializados com materiais encontrados com facilidade no mercado
5	Sistema construtivo que pode ser reparado pelo usuário
Padronização	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	O sistema construtivo não pode ser replicado com as mesmas características técnicas e estéticas
2	As características técnicas não podem ser replicados
3	As características estéticas não podem ser replicados
4	O sistema pode ser parcialmente replicável esteticamente
5	O sistema construtivo é altamente replicável técnica e esteticamente
Versatilidade da aplicação e uso	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	O sistema construtivo não pode ser ampliado ou ter o seu uso alterado
3	O sistema construtivo pode ser ampliado, porém, o seu uso não pode ser alterado ou, o sistema construtivo não pode ser ampliado, porém, o seu uso pode ser alterado
5	O sistema construtivo pode ser ampliado e seu uso pode ser alterado

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Quadro 9 - Avaliação quanto aos indicadores locais

(continua)

Aquisição de matéria- prima próxima ao local de sua aplicação	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Aquisição abaixo de 25% de matérias primas locais (comercialização em um raio de até 50Km)
2	Aquisição de no mínimo 25% de matérias primas locais (comercialização em um raio de até 50Km)
3	Aquisição de no mínimo 50% de matérias primas locais (comercialização em um raio de até 50Km)
4	Aquisição de no mínimo 75% de matérias primas locais (comercialização em um raio de até 50Km)
5	Aquisição de 100% de matérias primas locais
Contratação de mão de obra local	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Contratação abaixo de 25% de trabalhadores residentes localmente, com relação ao orçamento total destinado a contratação de mão de obra
2	Contratação acima de 25% de trabalhadores residentes localmente, com relação ao orçamento total destinado a contratação de mão de obra
3	Contratação acima de 50% de trabalhadores residentes localmente, com relação ao orçamento total destinado a contratação de mão de obra
4	Contratação acima de 75% de trabalhadores residentes localmente, com relação ao orçamento total destinado a contratação de mão de obra
5	Contratação de 100% de trabalhadores residentes localmente, com relação ao orçamento total destinado a contratação de mão de obra
Grau de popularização dos conceitos de sustentabilidade	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Não adoção de práticas para a popularização dos conhecimentos acerca da sustentabilidade
3	Veiculação de material técnico e instrutivo acerca de sustentabilidade construtiva

(continuação)

Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
5	Promoção de oficinas e palestras para a popularização de conhecimentos acerca de sustentabilidade construtiva por meio da aplicação do sistema construtivo
Grau de fomento/apoio a instituições que promovem a sustentabilidade	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Uso de materiais com desempenhos inferiores aos percentuais abaixo
2	Uso de mais de 25% de materiais que possuem certificação sustentável ou são produzidos por empresas que apresentem processos certificados
3	Uso de mais de 50% de materiais que possuem certificação sustentável ou são produzidos por empresas que apresentem processos certificados
4	Uso de mais de 75% de materiais que possuem certificação sustentável ou são produzidos por empresas que apresentem processos certificados
5	Uso de 100% de materiais que possuem certificação sustentável ou são produzidos por empresas que apresentem processos certificados
Grau de utilização de materiais culturalmente usados pela comunidade local	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Técnica construtiva nova e com baixa aceitabilidade local
2	Técnica construtiva já utilizada localmente e com baixa aceitabilidade local
3	Técnica construtiva nova e com alta aceitabilidade local
4	Técnica construtiva tradicional e com alta aceitabilidade local
Graus de contribuição do sistema construtivo na edificação	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	O sistema construtivo representa menos de 10% do volume da função total da estrutura analisada
2	O sistema construtivo representa menos de 25% do volume da função total da estrutura analisada
3	O sistema construtivo representa menos de 50% do volume da função total da estrutura analisada
4	O sistema construtivo representa menos de 75% do volume da função total da estrutura analisada

(conclusão)

Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
5	O sistema construtivo representa 100% do volume da função total da estrutura analisada
Grau de complexidade produtiva do sistema construtivo	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Técnica construtiva envolvendo atividades com baixa complexidade
2	Técnica construtiva com 25% das atividades altamente especializadas
3	Técnica construtiva com 50% das atividades altamente especializadas
4	Técnica construtiva com 75% das atividades altamente especializadas
5	Técnica construtiva com 100% das atividades altamente especializadas
Possibilidade de produção do sistema construtivo por meio de mutirões	
Pontuação atribuída	Avaliação da atividade realizada
1	Soluções construtivas que não podem ser edificadas por meio de mutirões
5	Sistemas construtivos passíveis de auto construção

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Os indicadores de sustentabilidade propostos pela ferramenta MATSUS são captados em diferentes fases de produção do sistema construtivo, envolvendo informações de diferentes âmbitos: indicadores referentes à dimensão ecológica e ambiental – fases de produção, transporte e aplicação-, indicadores referentes à dimensão econômica e financeira – custos de aquisição, aplicação e incentivo à cultura local-, indicadores referentes à dimensão sócio, histórica e culturas – condições de trabalho e desenvolvimento local -, e indicadores referentes à dimensão técnica e de desempenho – comportamento dos sistemas (BARBOZA, 2019).

2.6.4 Cálculo dos pesos para cada categoria e dimensão de sustentabilidade

A definição de pesos a serem atribuídos a cada indicador possui interferência direta do decisor, sendo assim, é fundamental compartilhar este processo com um grupo de profissionais e comunidade envolvida a fim de equalizar esses pesos

atribuídos que interferem na forma de avaliação da ferramenta (MATEUS¹, 2004; *apud* BARBOZA,2019).

O peso relativo de cada indicador pertencente a uma categoria dentro da sua dimensão foi realizado por consulta de outras metodologias semelhantes à ferramenta MATSUS e consulta dos profissionais e especialista que auxiliaram na construção dos indicadores considerados na ferramenta (BARBOZA, 2019). No Quadro 10 apresentam-se os indicadores considerados com os seus respectivos pesos relativos.

Quadro 10 - Peso relativo de cada indicador considerado na ferramenta MATSUS
(continua)

Dimensão	Categoria	Indicador	Peso Relativo
Ecológica e Ambiental	Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	Emissão de gases que potencializam o aquecimento global (<i>Global Warming Potential – GWP</i>)	43,24%
		Emissões de gases que degradam a camada de ozônio (<i>Ozone Depletion Potential – ODP</i>)	13,51%
		Emissões de gases que aumentam o potencial de acidificação (<i>Acidification Potential – AP</i>)	13,51%
		Emissão de gases que aumentam o potencial de oxidação fotoquímica (<i>Photochemical oxidation potential –POCP</i>)	16,22%
		Emissões de gases que aumentam o grau de eutrofização de mananciais (<i>Eutrophication Potential - EP</i>)	13,51%
	Geração de resíduos sólidos	Quantidade de resíduos perigosos gerados (RP)	35,00%
		Quantidade de resíduos radioativos gerados (RR)	25,00%
		Quantidade de resíduos não perigosos gerados (RNP)	40,00%

(continuação)

Dimensão	Categoria	Indicador	Peso Relativo
Ecológica e Ambiental	Consumo de energia	Quantidade relativa de energia não renovável existente na produção do sistema construtivo (CENR)	50,00%
		Quantidade relativa de energia renovável existente na produção do sistema construtivo (CER)	50,00%
	Consumo de Água	Quantidade de água consumida, com origem da rede de abastecimento, para produção do sistema construtivo (CAA)	50,00%
		Quantidade relativa de água, com origem de fontes alternativas, para produção do sistema construtivo (CAR)	50,00%
Sócio, Histórico e Cultural	Disseminação de conhecimento técnico acerca da sustentabilidade	Grau de popularização dos conceitos de sustentabilidade ao longo da cadeia produtiva do sistema construtivo (GPCS)	50,00%
		Grau de fomento e apoio a instituições que promovem a sustentabilidade da construção civil (GFS)	50,00%
	Respeito e afirmação histórica e cultural local	Grau de utilização de materiais culturalmente usados pela comunidade local (GUMC)	100,00%
	Salubridade e seguridade social	Grau de salubridade nas condições de trabalho ao longo da cadeia produtiva do sistema construtivo (GS)	50,00%
		Grau de utilização de mão de obra formal, com a garantia de seguridades sociais (GSS)	50,00%
	Incorporação da técnica construtiva pela população local	Grau de participação do sistema construtivo da edificação (GCS)	30,00%
		Grau de complexidade produtiva do sistema construtivo (GCP)	30,00%
		Possibilidade de produção do sistema construtivo por meio de mutirões (GAP)	40,00%

(continuação)

Dimensão	Categoria	Indicador	Peso Relativo
Econômica e financeira	Custos financeiros	Custos para a produção e aplicação do sistema construtivo (CAP)	100,00%
	Incentivo à economia local	Aquisição de matéria- prima próxima ao local de sua aplicação (MPL)	50,00%
		Contratação de mão de obra local (MOL)	50,00%
Técnica e desempenho	Reciclagem ou reuso	Parcela que pode ser reciclada do sistema construtivo após o seu desuso (PRC)	50,00%
		Parcela que pode ser reaproveitada do sistema construtivo após o seu desuso (PRA)	50,00%
	Desempenho físico- mecânico	Grau de estanqueidade do sistema construtivo (GE)	17,86%
		Grau de transmitância térmica do sistema construtivo (GTT)	17,86%
		Grau de transmissão de ondas sonoras do sistema construtivo (GTS)	17,86%
		Comportamento mecânico do sistema construtivo aos esforços de: compressão, tração e abrasão (CM)	23,21%
		Durabilidade prevista para o sistema construtivo (DR)	23,21%
	Confiabilidade técnica	Acompanhamento de profissionais habilitados durante as fases de produção e aplicação do sistema construtivo (AP)	100%
	Facilidade de estocagem e transporte	Grau de perecibilidade dos elementos que compõem o sistema construtivo (PER)	29,63%
		Facilidade de estocagem dos elementos que compõem o sistema construtivo (EST)	33,33%
		Facilidade de transporte dos elementos que compõem o sistema construtivo (TRA)	37,04%

(conclusão)

Dimensão	Categoria	Indicador	Peso Relativo
Técnica e desempenho	Facilidade de manutenções/ ampliações	Facilidade da realização de manutenções periódicas no sistema construtivo (FM)	29,41%
		Facilidade de realizar reparos no sistema construtivo (FR)	29,41%
Técnica e desempenho	Facilidade de manutenções/ ampliações	Padronização na replicação do sistema construtivo (FRP)	20,59%
		Versatilidade da aplicação e uso do sistema construtivo (VER)	20,59%

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

Além do peso relativo de cada indicador e categoria considerada pela ferramenta, a percepção dos especialistas e comunidade consultada quanto à relevância das dimensões (ecológica e ambiental; sócio, histórica e cultural; econômica e financeira; e técnica e desempenho) também são metrificadas, resultando nos pesos atribuídos para cada dimensão. Estes dois pesos atribuídos (peso da dimensão e peso relativo por categoria) resultam no grau de importância de cada categoria a ser considerada pela ferramenta (BARBOZA, 2019).

Neste trabalho, as dimensões terão o mesmo peso (25% cada), pois as comunidades envolvidas nos sistemas construtivos dos CDHUs considerados nas análises não serão consultadas, sendo assim, o vetor de decisão adotado será o mesmo nas dimensões ecológica e ambiental; sócio, histórica e cultural; econômica e financeira; e técnica e desempenho. No quadro 11 apresenta-se o grau de importância de cada categoria considerando o peso da dimensão e o peso relativo considerado.

Quadro 11 - Grau de importância das categorias consideradas na ferramenta MATSUS

(continua)

Dimensão	Peso da dimensão	Categoria	Peso Relativo	Grau de importância
Ecológica e Ambiental	25%	Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	25,00%	6,25%
		Geração de resíduos sólidos	25,00%	6,25%

(conclusão)

Dimensão	Peso da dimensão	Categoria	Peso Relativo	Grau de importância
Ecológica e Ambiental	25%	Consumo de energia	25,00%	6,25%
		Consumo de Água	25,00%	6,25%
Sócio, Histórico e Cultural	25%	Disseminação de conhecimento técnico acerca da sustentabilidade	16,67%	4,16%
		Respeito e afirmação histórica e cultural local	16,67%	4,16%
		Salubridade e segurança social	50,00%	12,5%
		Incorporação da técnica construtiva pela população local	16,67%	4,16%
Econômica e financeira	25%	Custos financeiros	75,00%	18,75%
		Incentivo à economia local	25,00%	6,25%
Técnica e desempenho	25%	Reciclagem ou reuso	12,89%	3,22%
		Desempenho físico- mecânico	34,39%	8,59%
		Confiabilidade técnica	34,39%	8,59%
		Facilidade de estocagem e transporte	5,44%	1,36%
		Facilidade de manutenções/ampliações	12,89%	3,22%

Fonte: Adaptado de Barboza, 2019

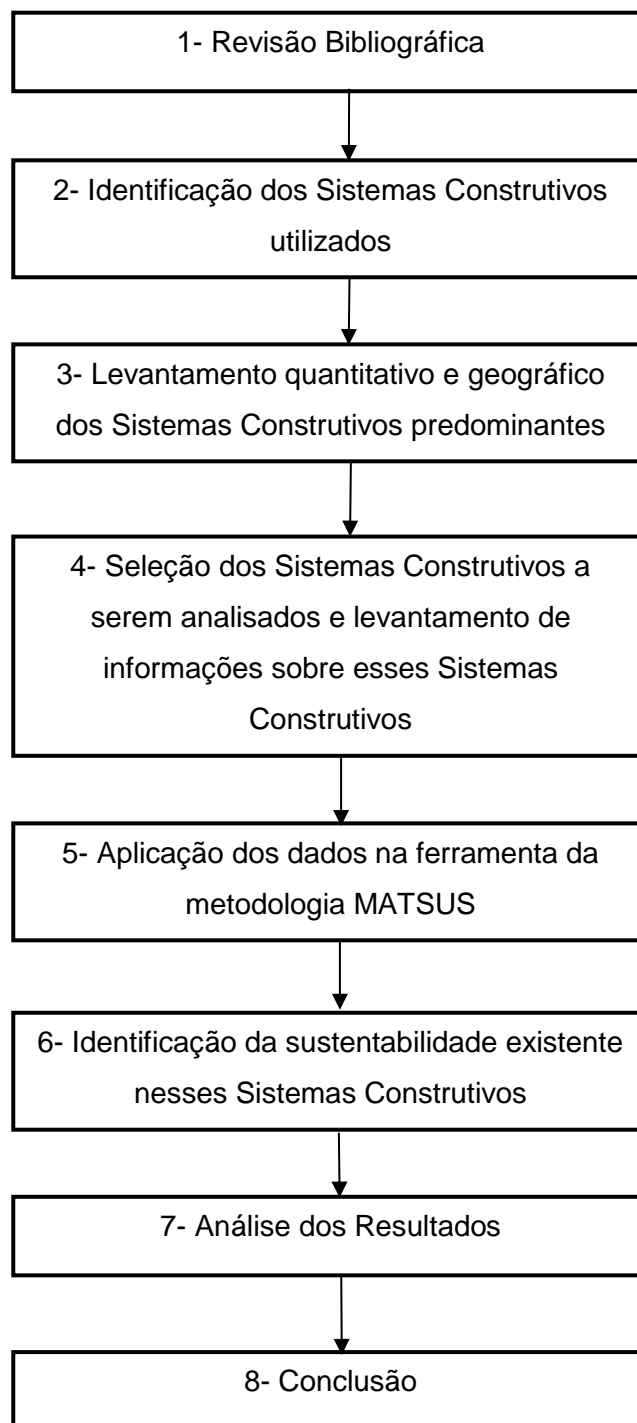
2.6.5 Análise ponderada

Nesta última etapa da ferramenta são apresentados os resultados das análises realizadas pelo software considerando todas as informações colocadas na ferramenta na etapa dos indicadores não ponderados e o grau de importância considerado para cada categoria. Esse cruzamento de dados resulta na metrificação da sustentabilidade dos sistemas construtivos analisados e esta é visualizada através de gráficos gerados pela ferramenta MATSUS (BARBOZA, 2019).

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consiste em 8 etapas apresentadas na Figura 1, na forma de um fluxograma.

Figura 1 - Fluxograma com as etapas da metodologia



Fonte: elaborada pela autora.

A primeira etapa (1) compreende a revisão bibliográfica onde foi feito um levantamento das informações de todos os Sistemas Construtivos utilizados nas Habitações de Interesse Social, localizadas no estado de São Paulo (realizadas na última década). Este levantamento teve como aspectos principais a produção, a sustentabilidade e a sustentabilidade aplicada nessas construções.

A segunda etapa (2) consiste na identificação e apresentação dos Sistemas Construtivos predominantes encontrados através da etapa 1. Essa identificação ocorreu através de um estudo quantitativo, com informações dos bancos de dados de websites do governo do estado de São Paulo e materiais científicos, das HIS construídas nos últimos 20 anos no estado de São Paulo.

Na terceira etapa (3) foi feito um levantamento quantitativo dos Sistemas Construtivos predominantes no estado de São Paulo nas obras entregues pelo CDHU.

A quarta etapa (4) foi a seleção de dois conjuntos habitacionais localizados em uma mesma cidade que utilizam Sistemas Construtivos distintos. Nesta etapa foi feito o levantamento de informações sobre a construção desses Sistemas analisados. Este levantamento foi resultado das informações dos bancos de dados de websites do governo do estado de São Paulo e materiais científicos, das HIS construídas nos últimos 20 anos no estado de São Paulo.

Na quinta etapa (5) a base de informações levantada anteriormente (etapa 4) foi aplicada na ferramenta da metodologia MATSUS com o objetivo de metrificar a sustentabilidade aplicada nesses Sistemas Construtivos.

A sexta etapa (6) consiste na identificação dos aspectos de sustentabilidade nos Sistemas Construtivos selecionados na etapa 4. Nesta etapa foram apresentados os resultados da ferramenta da metodologia MATSUS.

A sétima etapa (7) apresentou as análises dos resultados encontrados a partir da ferramenta utilizada, por meio de estudos estatísticos (tabelas e gráficos), tendo como finalidade a comparação da sustentabilidade existente nos dois Sistemas Construtivos aplicados em uma mesma cidade.

Na última etapa (8) foram apresentadas as conclusões do trabalho por meio de análises críticas dos resultados apresentados nas etapas 6 e 7. Nessa etapa o trabalho foi concluído.

3.1 APLICAÇÃO FERRAMENTA METODOLOGIA MATSUS

3.1.1 Definição da amostra

Para a definição da amostra a ser analisada pela ferramenta MATSUS, realizou-se um levantamento sobre os sistemas construtivos, tipologias e localização dos empreendimentos entregues pelo CDHU no sexto e sétimo período da CDHU, sendo as construções entregues entre 2001 a 2006 e 2007 a 2013, respectivamente.

3.1.2 Empreendimento entregues no sexto período

Entre 2001 e 2006 foram entregues mais de 100 mil moradias através do CDHU, sendo inferior a quantidade de entregas do quinto período (1995 a 2000), mas pode-se destacar a diversificação de moradias entregues quanto ao público e áreas diversas, além de todos os projetos envolvidos nestas construções como: Programa Atuação em Favelas e Áreas de Risco (PLAFR), Programa Mutirão Associativo (PLMUT), Programa Autoconstrução (PLAC), Programa Urbanização de Favelas (UFAV), Programa Núcleo Habitacional por Empreitada (PLNHE), Programa de Atuação em Cortiços (PAC) e Programa Moradias Indígenas (MI) (CDHU, 2016).

Os principais projetos deste período se encontram no Quadro 12, junto com o município, nome do empreendimento e tipologia utilizada na construção.

Quadro 12 - Principais empreendimentos entregues pelo CDHU entre 2001 e 2006
(continua)

Período	Município	Local/ Nome	Tipologias
Sexto Período (2001 – 2006)	São Paulo	Campo Limpo G2	V072C-02
	São Paulo	Campo Limpo N	V5,V6 E V11
	São Paulo	Campo Limpo I	V052
	Diadema	Diadema K1 e K2	VI22F-V2
	Presidente Prudente	Presidente Prudente S	VI22F-V2
	São Paulo	Guaianazes B	VI22F-V2 E SR24A
	Rubiácea	Rubiácea A	TI24A
	Tietê	Tietê E	TI24A e TI24C
	São Vicente	São Vicente F	SR22A, SR22B, PI22B E V032A-01

			(conclusão)
Sexto Período (2001 – 2006)	Santo André	Santo André A2 a A16	Complexo com praça, escola
	São Paulo	Parelheiros	Morro da Saudade
	Braúna	Braúna D	Guarani
	São Sebastião	São Sebastião D	Rio Silveira
	Avaí	Avaí B,D,E,F e G	Guarani
	Ubatuba	Ubatuba	Boa Vista
	Itariri	Itariri F	Rio Branco
	Mongaguá	Mongaguá F	Rio Branco
	Itanhaém	Itanhaém E	Rio Branco
	Peruíbe	Peruíbe G	Rio Branco
	São Paulo	Brás E	V152- BRÁS E
	São Paulo	Brás F1 e F2	SAMPAIO UNID. AUT. 1 e SAMPAIO UNID. AUT. 2
	São Paulo	Brás L	V152-BRÁS L
	São Paulo	Cambuci A	PROJETO ESPECIAL
	Avaré	Avaré D1	TI24C
	Registro	Registro D	TI24A e TI24C
	Peruíbe	Peruíbe C	PI22B e SB22B
	Vinhedo	Vinhedo E	VI22F-V1
	São Paulo	Brás G1 e G2	V11-1D e 2D BRÁS G
	São Paulo	Pari A1 e A2	V10-1D e 2D PARI A
São Paulo	Santa Cecília A	VR51 SANTA CECÍLIA A	
São Paulo	Santa Cecília C	VR11-1D e 2D SANTA CECÍLIA C	
São Paulo	Mooca B	V10-2D MOOCA B	
São Paulo	Mooca C	V16-2D MOOCA C	

Fonte: Adaptado de CDHU, 2016

3.1.3 Empreendimento entregues no sétimo período

Entre 2007 e 2013 foram entregues cerca de 116 mil moradias através do CDHU, sendo próxima a quantidade de entregas dos períodos anteriores. Pode-se destacar a distribuição equilibrada entre unidades destinadas à demanda geral e unidades referentes aos programas de urbanização e recuperação de assentamentos precários. Os programas envolvidos neste período foram: Programa Habitação Servidor Público (PHAI), Programa Moradia Rural (MRU), Programa Moradia Quilombola (MQ), Programa Produção Direta (PD), Programa Parcerias Assoc. e Cooperativas (PAC), Programa de Recuperação Socioambiental Serra do Mar (SERRA) e Programa Parcerias com Municípios (PMM).

Os principais projetos deste período se encontram no Quadro 13, junto com o município, nome do empreendimento e tipologia utilizada na construção.

Quadro 13 - Principais empreendimentos entregues pelo CDHU entre 2007 e 2013
(continua)

Período	Município	Local/ Nome	Tipologias
Setimo Período (2007- 2013)	Santos	Santos F	V4-1D e 2D SANTOS F
	Santos	Santos H	V4-1D e 2D SANTOS H
	São Paulo	Bela Vista A	V4-1D e V6-1D BELA VISTA A
	São Paulo	Bela Vista D	RV7, RV11-1D e 2D BELA VISTA D
	São Paulo	Bom Retiro D	V4-1D e 2D BOM RETIRO D
	São Paulo	Belém K	V4-2D BELÉM K
	São Paulo	Belém L	V4-1D BELÉM L
	São Paulo	Pari D	V5-1D e 2D PARI D
	São Paulo	Pari E	V4-2D PARI E
	São Paulo	Pari F	V5–Kitinete e 1D PARI F
	São Paulo	Pari G	V5-2D PARI G
	São Paulo	Mooça A	V14-1D e 2D MOOÇA A
	Itaquaquecetuba	Itaquaquecetuba T	V052G-01
	Cotia	Cotia G	V5-2D CEF
	Praia Grande	Praia Grande D	V4-2D CEF
	São Paulo	Ipiranga A	V15-12
	São Paulo	Sacomã C	VI3-2
	Tarumã	Tarumã C	TI24A
	Eldorado e Iporanga	Eldorado F (Pedro Cubas), Eldorado G (São Pedro) e Iporanga B (M Rosa) e Iporanga C (Pilões)	Moradia Quilombola Padrão
	Eldorado	Eldorado H	TI33B
	Peruíbe	Peruíbe I	V5- 2D
	Embu	Embu N	V052VIA, V072 CBPO, V052 COSIPA, V052 CAVAN, V072C
	São Luiz do Paraitinga	São Luiz do Paraitinga C	TI33B e SR23A
Atibaia	Atibaia D	SR23 TIPO 1, TR22 PADRÃO e TR22 ADAPTADA	

			(conclusão)
Sétimo Período (2007-2013)	Avaré	Avaré D	TG11A-01
	Caraguatatuba	Vila Dignidade	TG11A-01 GEMINADA
	Ribeirão Preto	Vila Dignidade	TG11A
	Presidente Prudente	Vila Dignidade	TG11A
	Santo André	Santo André A17	
	Hortolândia	Hortolândia A	TI24A-01
	São Bernardo do Campo	São Bernardo do Campo F5	V042A e V06-2-3
	São Bernardo do Campo	São Bernardo do Campo F	Praça
	São Paulo	Vila Jacuí B (União de Vila Nova)	Parque Central
	São Paulo	SP Vila Jacuí B1	VI22F-V2 e PI22F
	São Paulo	SP Vila Jacuí B2	V032A
	São Paulo	SP Vila Jacuí B3	V032A
	Praia Grande	Praia Grande E	V4-2D CEF
	Cubatão	Cubatão A4 e A5	VI22F-F1 e F2, PI22F (A4); V052/3, SB22, SB33 e SR33T2 (A5)
	Cubatão	Cubatão A2	SR22A, SB22A, SB33A, SR33A e SR33B
	Cubatão	Cubatão Q	SB22A, V052A, V052/3A e V093A
	Junqueirópolis	Junqueirópolis D	TI24A
	Cajuru	Cajuru D	TI24A
	Ourinhos	Ourinhos G	TI24A
	Capivari	Capivari C	TI23E
Conchal	Conchal B2	SB22A-01	
Mogi Mirim	Mogi Mirim H	V042D-02 e V043A-02	

Fonte: Adaptado de CDHU, 2016

3.1.4 Sistemas construtivos utilizados

No Quadro 14 é apresentado, para o período de 1990 à 2008, os sistemas construtivos utilizados nos empreendimentos entregues pelo programa CDHU. Nele,

o sistema construtivo “Vazio” se refere aos empreendimentos sem detalhamento de informação quanto ao sistema construtivo utilizado.

Quadro 14 - Sistemas construtivos utilizados nos empreendimentos por período do Programa

Sistemas construtivos	1990-1994	1995-1998	1999-2003	2004-2008	Total	%
Alvenaria estrutural	3	19	1	7	30	13,0%
Estrutura metálica	0	0	3	11	14	6,1%
Estrutura metálica e Pré moldado concreto	0	0	0	1	1	0,4%
Não foi executado em Mutirão	0	0	1	0	1	0,4%
Parede estrutural em concreto	0	0	2	0	2	0,9%
Pré-moldado concreto	0	26	4	22	52	22,6%
Casas - Alvenaria / Pilar / Viga	1	1	0	0	2	0,9%
Vazio	6	93	20	9	128	55,7%
Total	10	139	31	50	230	100,0%

Fonte: CDHU, SIG - Sistema de Informações Gerenciais, 27 out 09 / Informações da Superintendência de Obras da Região Metropolitana de São Paulo

3.1.5 Seleção das amostras

Para a análise através da ferramenta MATSUS foi selecionado o sistema construtivo de pré-moldado de concreto, pois ele representa 22,6% dos empreendimentos entregues pela CDHU no período de 1990 a 2008 (quadro 14). Com o objetivo de utilizar a ferramenta para comparação direta entre materiais utilizados, foram selecionados dois empreendimentos de pré-moldado de concreto, porém com diferentes alvenarias: um de alvenaria em blocos cerâmicos e outro de alvenaria em blocos de concreto.

Conforme os quadros 12 e 13, pode-se visualizar que São Paulo é a cidade com mais construções entregues no sexto e sétimo período (dentro os empreendimentos descritos no material 50 anos de CDHU), representando 47% e 34% dos empreendimentos, respectivamente. Sendo assim, as amostras selecionadas encontram-se na cidade de São Paulo.

Para a escolha dos empreendimentos a serem analisados, utilizou-se como critério a tipologia. Segundo Rossi (2012), a tipologia mais utilizada nos empreendimentos entregues pela CDHU é a VI22F e suas variações, indicada entre 1990 a 2008 como referência para a contratação em 20% dos empreendimentos.

Considerando estes três parâmetros, sistema construtivo, localização e tipologia, adotou-se os empreendimentos Guaianazes A e Guaianazes B que atendem todos os critérios e foram entregues principalmente entre o sexto e sétimo período do CDHU.

3.2 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

3.2.1 Descrição amostra 1 - Guaianazes A-05

Para o sistema construtivo de pré-moldado de concreto em alvenaria em blocos cerâmicos foi selecionado o empreendimento Guaianazes A, entregue entre 1999 e 2016. Na primeira fase do projeto foram entregues casas isoladas (tipologia TR13A) e nas fases seguintes, sobrados ranqueados e edifícios de cinco e sete pavimentos. Esse conjunto foi construído e entregue em mais de 30 etapas no total.

Dentre os empreendimentos de Guaianazes A, escolheu-se o empreendimento Guaianazes A-05 devido ao detalhamento de informações encontrado. O conjunto de casas e prédios foi construído em sistema de mutirão, dentro do programa do CDHU MUT- Programa Mutirão.

- **Localização**

O empreendimento Guaianazes A-05 se localiza na Zona Leste de São Paulo, no bairro Guaianazes, entre as ruas Rua Prof. Hasegawa e Rua Chubei Takagashi-Fazenda do Carmo (Figura 2).

Figura 2 - Foto e localização do empreendimento Guaianazes A5



Fonte: ROSSI, 2012

- **Características físicas**

A tipologia utilizada no empreendimento Guaianazes A-05 é a VI22F-V2, porém, devido à disponibilização de recursos pelas famílias envolvidas no projeto, este apresenta um projeto alternativo com o acréscimo de sacadas. O restante do projeto permanece o mesmo: uma sala, uma cozinha, uma área de serviço e dois dormitórios.

Sua estrutura é pré-fabricada de concreto e alvenaria em blocos cerâmicos (Figura 3). O edifício possui 5 pavimentos (térreo e mais quatro andares) com 20 apartamentos no total. Seu acesso interno é através de escada central que atende a quatro apartamentos por andar.

Figura 3 - Foto Guaianazes A5, alvenaria de blocos cerâmicos



Fonte: Rossi, 2012

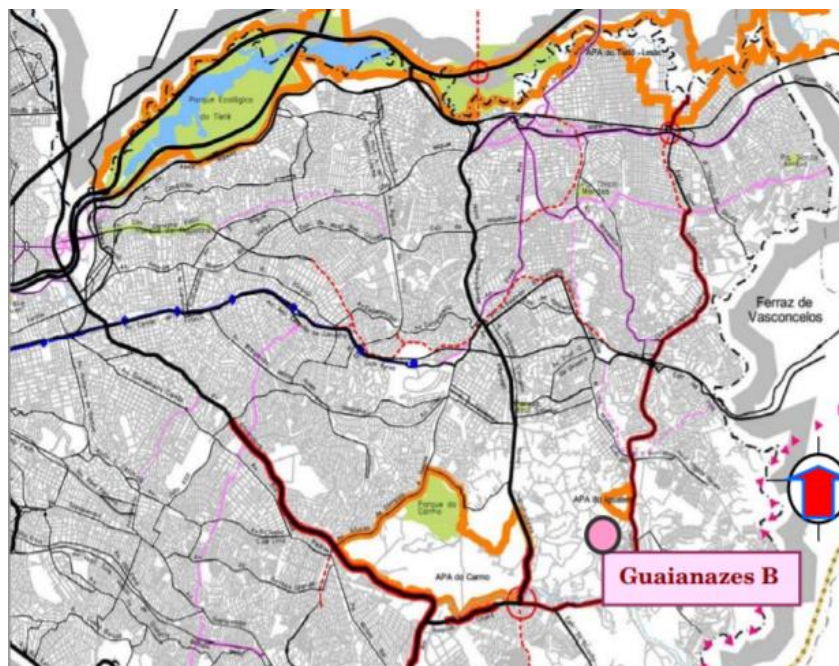
3.2.2 Descrição amostra 2 – Guaianazes B-10

Para o sistema construtivo de pré-moldado de concreto em alvenaria em blocos de concreto foi selecionado o empreendimento Guaianazes B, entregue entre 2002 e 2010 durante o sexto e sétimo período do CDHU. Na primeira etapa foram entregues sobrados na tipologia SR24A (400 unidades) e nas etapas seguintes, prédios de cinco e sete andares na tipologia VI22F-V2 e variações. Esse conjunto foi construído e entregue em mais de 26 etapas, totalizando 2652 unidades habitacionais entregues até a 26ª fase (sétimo período), entre elas, 2252 unidades de apartamento. Os prédios foram construídos em sistema de mutirão, dentro do programa do CDHU PLMUT- Programa Mutirão Associativo.

- **Localização**

O empreendimento Guaianazes B se localiza na Zona Leste de São Paulo, entre dois eixos viários importantes: Avenida Jacu Pêssego e Estrada do Iguatemi e entre duas áreas de Proteção Ambiental – APA -, do Iguatemi e do Carmo, onde foram preservadas áreas de córregos, nascentes e áreas arborizadas (Figura 4).

Figura 4 - Localização do empreendimento Guaianazes B



Fonte: Ferreti, 2018

- **Características físicas**

A tipologia utilizada no empreendimento Guaianazes B é a VI22F-V2 (ver página 25), sendo que alguns edifícios do complexo habitacional possuem uma variação desta tipologia. Seus apartamentos possuem uma sala, uma cozinha, uma área de serviço e dois dormitórios, com área útil de 37,81 m².

Sua estrutura é pré-fabricada de concreto e alvenaria em blocos de concreto (Figura 5). O edifício possui 7 pavimentos (térreo e mais seis andares) com 28 apartamentos no total. Seu acesso interno é através de escada central que atende a quatro apartamentos por andar.

Figura 5 - Foto Guaianazes B10, alvenaria de blocos de concreto



Fonte: Ferreti, 2018

3.3 DADOS UTILIZADOS

Para a análise do desempenho sustentável, através da ferramenta MATSUS, do sistema construtivo de pré-moldado de concreto com vedação em blocos cerâmicos e blocos de concreto, fez-se um levantamento das informações referentes aos materiais, mão de obra e equipamentos utilizados nesses empreendimentos.

Foram utilizados tanto dados já existente na ferramenta (devido às limitações de informações encontradas) quanto dados colocados na ferramenta. Os dados adotados para a análise (dados pré-existent na ferramenta) foram referentes a materiais – bloco de concreto, bloco cerâmico e cimento –, equipamentos – betoneira e caminhão toco – e mão de obra – pedreiro e servente -.

Para o melhor uso da ferramenta, considerou-se que os dois empreendimentos (Guaianazes A e Guaianazes B) se localizam no mesmo endereço (Rua Prof. Hasegawa) e possuem a tipologia VI22F-V2 sem alterações.

As informações referentes ao impacto ambiental dos materiais foram coletadas através de inventários cadastrados no Banco Nacional de Inventário de Ciclo de Vida (SICV) e publicações acadêmicas que analisaram o ciclo de vida dos materiais

utilizados. Para a coleta de informações sobre os equipamentos, considerou-se as especificações técnicas disponibilizadas pelos fabricantes. A mão de obra e a composição de quantidade de serviço tiveram como base a composição de serviço existentes na Tabela de Composição de Preços para Orçamentos - TCPO - (PINI, 2010 - 13ª edição). Os valores dos materiais, mão de obra e equipamentos foram baseados nas tabelas do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), para o estado de São Paulo referente a setembro de 2021. Além disso, foram utilizadas as informações já cadastradas na ferramenta MATSUS nas situações iguais aquelas existentes nas amostras selecionadas para a análise.

3.3.1 Materiais

Para a etapa de cadastramento de materiais na ferramenta foram considerados:

- Blocos de concreto - dimensão 14 x 9 x 39 sem função estrutural. Os dados referentes a emissão de gases, produção de resíduos sólidos, consumo de energia e consumo de água durante a sua produção e ciclo de vida já estavam cadastrados na ferramenta MATSUS;
- Blocos cerâmicos - dimensão 14 x 9 x 39 sem função estrutural. Os dados referentes a emissão de gases, produção de resíduos sólidos, consumo de energia e consumo de água durante a sua produção e ciclo de vida já estavam cadastrados na ferramenta MATSUS;
- Argamassa para revestimento interno e externo (traço 1:2:9) - para este material foram cadastrados os dados referentes a emissão de gases, produção de resíduos sólidos, consumo de energia e consumo de água durante a produção e ciclo de vida dos materiais. As informações sobre a areia média e cal hidratada foram baseadas em publicações acadêmicas (SOUZA, 2012; OCHARÁN e LIMA; 2019; ARRIGONI et al., 2017). As informações sobre o cimento considerado na produção da argamassa já estavam cadastrados na ferramenta MATSUS;

3.3.2 Equipamentos

Para a etapa de cadastramento de equipamentos na ferramenta foram considerados:

- Betoneira com capacidade nominal 400L para ser considerada na produção da argamassa - as informações sobre fonte de energia, peso, porte, consumo de água, consumo de diesel e consumo de energia já estavam cadastrados na ferramenta;
- Caminhão toco ou semi-pesado - considerado no transporte de blocos até a obra. Quando utilizado com a carroceria do tipo grade baixa, este caminhão é recomendado para o transporte de cargas secas como blocos e materiais ensacados. As informações sobre fonte de energia, peso, porte, consumo de água, consumo de diesel e consumo de energia já estavam cadastrados na ferramenta.

3.3.3 Mão de Obra

Para a etapa de cadastramento de mão de obra na ferramenta foram considerados:

- Pedreiro para construção da alvenaria - as informações sobre nível de formação mínima já estavam cadastrados na ferramenta;
- Servente para a construção da alvenaria e argamassa- as informações sobre nível de formação mínima já estavam cadastradas na ferramenta.

3.3.4 Custos Unitários

Os valores dos materiais e mão de obra foram baseados nas tabelas do SINAPI, para o estado de São Paulo referente a setembro de 2021.

Para o cálculo do custo do caminhão por Km foi feita uma composição de custos. Nela foram considerados os custos do motorista, coletado a partir da SINAPI 2021, e do combustível, coletado do site da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), junto com informações sobre o consumo médio de combustível do caminhão, coletado de um artigo de Nina Finco, e a velocidade média

do caminhão em trechos urbanos, coletado da Companhia de Engenharia de Tráfego São Paulo (CET).

3.3.5 Atividades

Para a etapa de cadastramento de atividade na ferramenta foram considerados:

- Alvenaria de vedação em Bloco de Concreto 14 x 19 x 39 - contendo os itens pedreiro, servente, bloco de concreto, cimento, cal hidratada e areia média para a sua produção. As informações sobre as quantidades utilizadas para a produção de 1 m² de alvenaria de vedação em blocos de concreto foram retiradas da Tabela de Composição Analítica de Serviços Padrão da CDHU (agosto/2021);
- Alvenaria de vedação em Bloco Cerâmico 14 x 19 x 39 - contendo os itens pedreiro, servente, bloco cerâmico, cimento, cal hidratada e areia média para a sua produção. As informações sobre as quantidades utilizadas para a produção de 1 m² de alvenaria de vedação em blocos de concreto foram retiradas da Tabela de Composição Analítica de Serviços Padrão da CDHU (agosto/2021);
- Argamassa para revestimento - contendo os itens servente, areia média, cimento, cal hidratada e betoneira para a sua produção. As informações sobre as quantidades utilizadas para a produção de argamassa para o uso em 1 m² de sistema construtivo foram retiradas da SINAPI (2019). Foi considerado um revestimento interno de 8mm para o sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos e um revestimento interno e externo de 8 mm para o sistema construtivo de alvenaria de blocos de concreto (FERRETI, 2008).

Em todas as atividades foram atribuídas notas máximas quanto a salubridade e seguridade, pois as atividades são salubres conforme NR-15 e em obras da CDHU utiliza-se mão de obra formal.

3.3.6 Sistema construtivo

Os sistemas construtivos a serem avaliados pela ferramenta MATSUS são:

- Alvenaria em bloco de concreto

Para o cálculo de distância percorrida no transporte dos blocos de concreto até a obra (16 km), consultou-se a relação de fabricantes reconhecidos pelo QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo - (out/2021) e considerou-se o fabricante GLASSER Pisos e Pré-moldados localizado em Guarulhos- SP, pois este tem a menor distância até o endereço do CDHU Guaianazes;

- Alvenaria em bloco cerâmico

Para o cálculo de distância percorrida no transporte dos blocos cerâmicos até a obra (91,5 km), consultou-se a relação de fabricantes reconhecidos pelo QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo - (jan/2021) e considerou-se o fabricante Cerâmica Ermida Ltda. localizado em Jundiaí- SP, pois este tem a menor distância até o endereço do CDHU Guaianazes.

Devido às limitações de dados sobre as obras de Guaianazes A e Guaianazes B, em conjunto com a falta de informações sobre os fabricantes de areia, cal e cimento reconhecidos pelo QUALIHAB, não foram considerados os transportes destes materiais na análise da ferramenta.

Os indicadores econômicos, sociais e ambientais para casa sistema construtivo foram selecionados seguindo as classificações dos Quadros 16 e 17.

3.3.7 Informações do projeto

O projeto analisado pela ferramenta MATSUS foi o “Estudo de Caso- Guaianazes”, sendo este um comparativo entre dois sistemas construtivos: alvenaria de vedação em blocos de concreto e alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. As informações sobre cada sistema construtivo foram baseadas nos empreendimentos Guaianazes A e Guaianazes B do CDHU.

Para o cálculo da quantidade total de sistema construtivo analisado pela ferramenta, utilizou-se a planta baixa da tipologia VI22F-V2 (Figura 13). Foi calculada

a metragem em m² de alvenaria considerando: 2,4m de pé direito, portas com dimensão 0,8m x 2,1m e janelas com dimensões 1,2m x 1,2m. A quantidade total de sistema construtivo utilizada na ferramenta foi calculada para 1 unidade habitacional (apartamento).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos através da ferramenta MATSUS na análise de sustentabilidade (indicadores ambientais, econômicos, sociais e técnicos) entre os sistemas construtivos: alvenaria em blocos de concreto e alvenaria em blocos cerâmicos para a construção de uma unidade habitacional de 91,44m².

4.1 INDICADORES AMBIENTAIS

O Quadro 23 apresenta a somatória de emissão de gases que agravam o efeito estufa (GWP), emissão de gases que degradam a camada de ozônio (ODP), emissão de gases relacionados à formação de chuva ácida (AP), emissão de gases que contribuem para o processo de eutrofização (EP), emissão de gases tóxicos/patogênicos (POCP), produção de resíduos sólidos, consumo de energia e água, quanto aos materiais e equipamentos utilizados para produzir a quantidade total dos sistemas construtivos analisados.

Para a produção dos sistemas construtivos foram analisados todos os materiais, equipamentos e mão de obra utilizados nas atividades de construção da alvenaria, fabricação da argamassa *in loco*, consumo da argamassa e transporte dos blocos até a obra.

Através das informações do Quadro 15, pode-se observar que o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos tem uma menor emissão de gases, produção de resíduos, consumo de energia e água em sua produção quando comparada com o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto. Isto ocorre, pois, a fabricação de blocos de concreto é mais poluente (em todo os itens avaliados) que a fabricação do bloco cerâmico. Além disso, apesar da utilização do mesmo traço e espessura de argamassa nos dois sistemas construtivos, a alvenaria em blocos de concreto possui revestimento interno e externo, enquanto a alvenaria em blocos cerâmicos possui somente revestimento interno. Sendo assim, a emissão de gases, produção de resíduos sólidos, consumo de energia e água para o revestimento em argamassa da alvenaria em blocos de concreto é o dobro do consumido na construção da alvenaria em blocos cerâmicos.

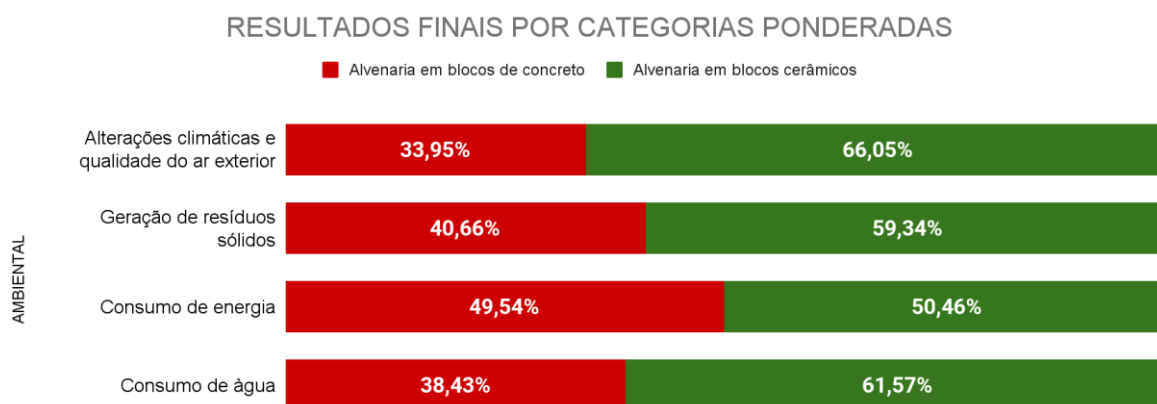
Avaliando o transporte dos blocos utilizados até a obra, o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos é mais poluente, pois sua distância percorrida neste transporte é maior (91,5 km) do que a distância percorrida no transporte de blocos de concreto (16 km). Porém isto não possui um impacto expressivo no levantamento total de emissões de gases, produção de resíduos e consumo de energia e água, já que em todos os itens avaliados o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos possui melhor desempenho ambiental, conforme Figura 6.

Quadro 15 - Quantidade total dos recursos ambientais utilizados para a produção dos sistemas construtivos analisados

RESULTADOS INDICADORES AMBIENTAIS		
	Alvenaria em blocos de concreto	Alvenaria em blocos cerâmicos
GWP - Total (SP+Transportes) (kg CO ₂ -eq)	5,37E+03	2,52E+03
ODP - Total (SP+Transportes) (kg CFC11 - eq)	1,54E-03	7,84E-04
AP - Total (SP+Transportes) (kg SO ₂ - eq)	1,10E+02	6,89E+01
EP - Total (SP+Transportes) (kg C ₂ H ₄ - eq)	4,38E+00	2,29E+00
POCP - Total (SP+Transportes) (kg PO ₄ 3 - eq)	3,40E+00	1,91E+00
<i>Resíduos Sólidos para a aplicação do sistema construtivo</i>		
Quantidade de Resíduos Perigosos - Total (SP+Transportes) (kg)	2,62E+01	1,87E+01
Quantidade de Resíduos Radioativos - Total (SP+Transportes) (kg)	0,00E+00	0,00E+00
Quantidade de Resíduos não Perigosos - Total (SP+Transportes) (kg)	6,66E+01	4,36E+01
<i>Consumo de energia na aplicação</i>		
Não Renovável - Total (SP+Transportes) (MJ)	1,68E+05	8,45E+04
Renovável - Total (SP+Transportes) (MJ)	9,17E+03	4,82E+03
<i>Consumo de água na aplicação</i>		
Rede de Abastecimento- Total (SP+Transportes) (m ³)	1,40E+04	8,75E+03
Água de Reuso- Total (SP+Transportes) (m ³)	0,00E+00	0,00E+00

Fonte: elaborada pela autora

Figura 6- Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores ambientais



Fonte: elaborada pela autora

Considerando que o sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos possui um melhor desempenho nos indicadores ambientais, sendo este o sistema aplicado na amostra Guaianazes A, fez-se uma análise do impacto ambiental que seria reduzido se este sistema construtivo fosse utilizado na amostra Guaianazes B (construído na realidade com o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto).

No Quadro 16 observa-se a comparação dos sistemas construtivos analisados quanto ao total de emissões de gases, produção de resíduos, consumo de energia e água para a produção de 2.252 apartamentos, que totalizam o número de unidades habitacionais neste formato que constituem o conjunto Guaianazes B.

Observa-se que se fosse empregado o sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos na construção das unidades habitacionais no conjunto Guaianazes B, haveria aproximadamente: 46,2% a menos de gases emitidos, 31,6% a menos de resíduos sólidos produzidos, 48,6% a menos de energia consumida e 37,5% a menos de água consumida. Apesar do volume de revestimento de argamassa utilizado no sistema construtivo em blocos de concreto ser o dobro do utilizado no sistema em blocos cerâmicos, o principal fator para a redução do consumo de recursos naturais é a mudança do material do bloco utilizado na alvenaria. Para a produção do bloco de concreto são, em média: 45,85% gases emitidos, 30,96% resíduos sólidos produzidos, 52,81% energia consumida e 32,66% água consumida a mais quando comparado com a produção do bloco cerâmico.

Quadro 16 - Quantidade total dos recursos ambientais utilizados para a produção do conjunto Guaianazes B nos sistemas construtivos analisados

	Alvenaria em blocos de concreto	Alvenaria em blocos cerâmicos	Redução utilizando Sistema Construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos
GWP - Total (SP+Transportes) (kg CO2 - eq)	1,21E+07	5,68E+06	53,07%
ODP - Total (SP+Transportes) (kg CFC11 - eq)	3,47E+00	1,77E+00	49,09%
AP - Total (SP+Transportes) (kg SO2 - eq)	2,48E+05	1,55E+05	37,36%
EP - Total (SP+Transportes) (kg C2H4 - eq)	9,86E+03	5,16E+03	47,72%
POCP - Total (SP+Transportes) (kg PO4 3 - eq)	7,66E+03	4,30E+03	43,82%
Quantidade de Resíduos Perigosos - Total (SP+Transportes) (kg)	5,90E+04	4,21E+04	28,63%
Quantidade de Resíduos Radioativos - Total (SP+Transportes) (kg)	0,00E+00	0,00E+00	
Quantidade de Resíduos não Perigosos - Total (SP+Transportes) (kg)	1,50E+05	9,82E+04	34,53%
Não Renovável - Total (SP+Transportes) (MJ)	3,78E+08	1,90E+08	49,70%
Renovável - Total (SP+Transportes) (MJ)	2,07E+07	1,09E+07	47,44%
Rede de Abastecimento- Total (SP+Transportes) (m³)	3,15E+07	1,97E+07	37,50%
Água de Reuso- Total (SP+Transportes) (m³)	0,00E+00	0,00E+00	

Fonte: elaborada pela autora

4.2 INDICADORES ECONÔMICOS

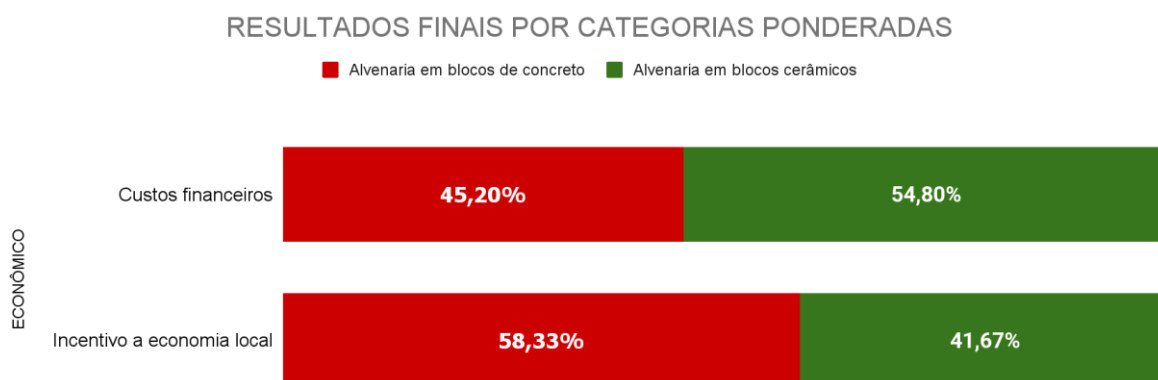
O Quadro 17 apresenta o custo financeiro para produzir a quantidade total do sistema construtivo analisado e o incentivo à economia local durante esta construção. E a Figura 7 mostra a eficiência quanto ao custo e incentivo à economia local de cada sistema construtivo analisado.

Quadro 17 - Quantidade total de custos e incentivo à economia local para a produção dos sistemas construtivos analisados

RESULTADOS INDICADORES ECONÔMICOS		
	Alvenaria em blocos de concreto	Alvenaria em blocos cerâmicos
<i>Custos Financeiros</i>		
Custos para a produção e aplicação do sistema construtivo - Total	R\$ 6.680,75	R\$ 5.509,71
<i>Incentivo à economia local</i>		
Aquisição de matéria-prima próxima ao local de sua aplicação	4.0	2.0
Contratação de mão de obra local	5.0	5.0

Fonte: elaborada pela autora

Figura 7 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores sociais



Fonte: elaborada pela autora

Observa-se que houve um maior incentivo a aquisição de matéria-prima próxima ao local da obra para o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto, pois foram consideradas as listas de fabricantes cadastrados e reconhecidos pelo QUALIHAB da CDHU. A fábrica de blocos de concreto se localizava a 16 km da obra, enquanto a fábrica de blocos cerâmicos se localizava a 91,5 km da obra. Sendo assim, o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto é mais eficiente no incentivo à economia local. Para a contratação de mão de obra local foi atribuída nota máxima, pois nas duas amostras selecionadas houve a construção através de mutirões pela comunidade que iria residir nessas unidades habitacionais.

Considerando que o sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos possui um menor custo para sua construção, fez-se uma análise do impacto financeiro se este sistema construtivo fosse utilizado na amostra Guaianazes B (construído na realidade com o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto).

No Quadro 18 observa-se a comparação dos sistemas construtivos analisados quanto ao valor total gasto para a produção dos 2.252 apartamentos que formam o conjunto Guaianazes B.

Quadro 18 - Quantidade total de custos para a produção do conjunto Guaianazes B nos sistemas construtivos analisados

RESULTADOS INDICADORES ECONÔMICOS		
	Alvenaria em blocos de concreto	Alvenaria em blocos cerâmicos
<i>Custos Financeiros</i>		
Custos para a produção e aplicação do sistema construtivo - Total	R\$ 15.045.049,00	R\$ 12.407.866,92

Fonte: elaborada pela autora

Pode-se observar que se fosse empregado o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos na construção das unidades habitacionais no conjunto Guaianazes B, teria uma redução de aproximadamente 18% em seu orçamento.

É importante ressaltar que, devido à falta de informações nos sites governamentais e trabalhos acadêmicos sobre a obra e construção das amostras consideradas (Guaianazes A e Guaianazes B), foram considerados apenas os custos dos materiais, mão de obra e transporte dos blocos até a obra. Podendo haver alteração sobre a eficiência financeira desses sistemas construtivos quando outros custos são considerados.

4.3 INDICADORES SOCIAIS

O Quadro 19 apresenta a avaliação dos impactos sociais na construção dos sistemas construtivos avaliados.

Essa avaliação foi realizada com base em manuais e documentos, disponibilizados pela CDHU, sobre as diretrizes e seguimento das NBRs específicas dos sistemas construtivos a serem aplicados nas construções de suas unidades

habitacionais. Apesar de conter diversas informações sobre desempenho de materiais e condições de trabalho que devem ser seguidas, não há disseminação de informações ou fomento a instituições que promovem a sustentabilidade.

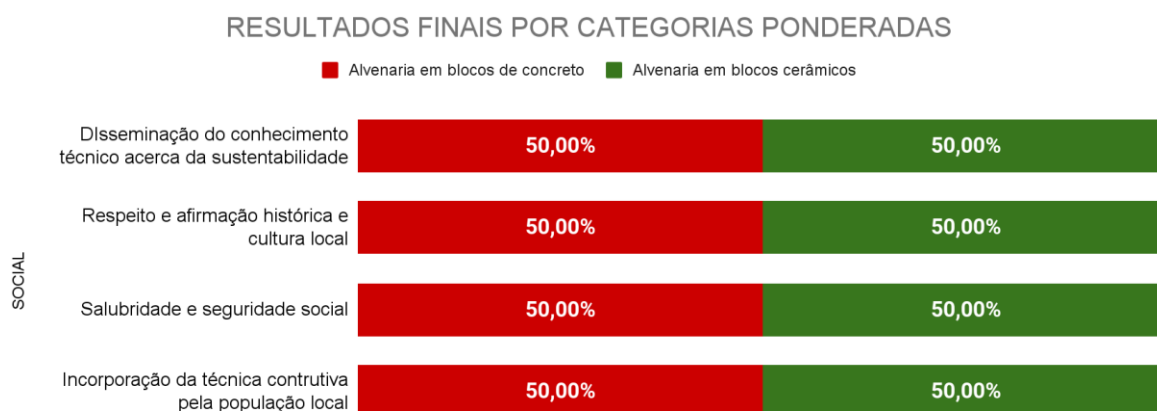
Quadro 19 - Avaliação dos impactos sociais para a produção dos sistemas construtivos analisados

RESULTADOS INDICADORES SOCIAIS		
	Alvenaria em blocos de concreto	Alvenaria em blocos cerâmicos
<i>Disseminação de conhecimento técnico acerca da sustentabilidade</i>		
Grau de popularização dos conceitos de sustentabilidade ao longo da cadeia produtiva do sistema construtivo	1.0	1.0
Grau de fomento/apoio a instituições que promovem a sustentabilidade da construção civil	1.0	1.0
<i>Respeito e afirmação histórico e cultural local</i>		
Grau de utilização de materiais culturalmente usados pela comunidade local	4.0	4.0
<i>Salubridade e segurança social</i>		
Grau de salubridade nas condições de trabalho ao longo da cadeia produtiva do sistema construtivo (GS)	5.0	5.0
Grau de utilização de mão de obra formal, com garantia a seguridades sociais ao longo da cadeia produtiva do sistema construtivo	5.0	5.0
<i>Incorporação da técnica construtiva pela população local</i>		
Grau de contribuição do sistema construtivo na edificação	4.0	4.0
Grau de complexidade produtiva do sistema construtivo	3.0	3.0
Possibilidade de produção do sistema construtivo por meio de mutirões	5.0	5.0

Fonte: elaborada pela autora

Por serem informações generalistas, as mesmas foram igualmente aplicadas para os dois sistemas construtivos, resultando em uma mesma eficiência nos indicadores sociais nos dois sistemas construtivos analisados, conforme Figura 8.

Figura 8 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores sociais



Fonte: elaborada pela autora

A ferramenta MATSUS permite uma análise aprofundada nos quatro principais pilares da sustentabilidade na construção civil: ambiental, econômico, social e desempenho técnico. Quando há uma limitação ao acesso das informações ou inexistência de dados sobre a aplicação das ações realizadas na obra analisada, isto impacta diretamente nos resultados encontrados, limitando assim a profundidade das análises realizadas.

Neste trabalho, pela falta de detalhamento das ações aplicadas nas amostras selecionadas, não há conclusão sobre o melhor sistema construtivo indicado para os indicadores sociais analisados.

4.4 INDICADORES TÉCNICOS

O Quadro 20 apresenta a avaliação dos impactos técnicos e de desempenho sobre reciclagem e reuso, desempenho físico-mecânico, confiabilidade técnica e facilidade de transporte, estocagem e manutenção dos sistemas construtivos analisados.

Quadro 20 - Avaliação dos indicadores técnicos para a produção dos sistemas construtivos analisados

RESULTADOS INDICADORES TÉCNICOS		
	Alvenaria em blocos de concreto	Alvenaria em blocos cerâmicos
<i>Aptidão a reciclagem ou a reuso</i>		
Parcela que pode ser reciclada do sistema construtivo após o seu desuso	2.0	2.0
Parcela que pode ser reaproveitada do sistema construtivo após o seu desuso	2.0	2.0
<i>Desempenho físico-mecânico</i>		
Grau de estanqueidade do sistema construtivo	3.0	3.0
Grau de transmitância térmica do sistema construtivo	2.0	3.0
Grau de transmissão de ondas sonoras do sistema construtivo	3.0	2.0
Comportamento mecânico do sistema construtivo aos esforços de:compressão, tração e abrasão	3.0	3.0
Durabilidade prevista para o sistema construtivo	3.0	3.0
<i>Confiabilidade técnica</i>		
Acompanhamento de profissionais habilitados durante as fases de produção e aplicação do sistema construtivo	4.0	4.0
<i>Facilidade de estocagem e transporte</i>		
Grau de perecibilidade dos elementos que compõem o sistema construtivo	3.0	1.0
Facilidade de estocagem dos elementos que compõem o sistema construtivo	4.0	3.0
Facilidade de transporte dos elementos que compõem o sistema construtivo	3.0	4.0
<i>Facilidade de manutenções/ampliações</i>		
Facilidade da realização de manutenções periódicas no sistema construtivo	3.0	3.0
Facilidade de realizar reparos no sistema construtivo	4.0	4.0
Padronização na replicação do sistema construtivo	5.0	5.0
Versatilidade da aplicação e uso do sistema construtivo	3.0	3.0

Fonte: elaborada pela autora

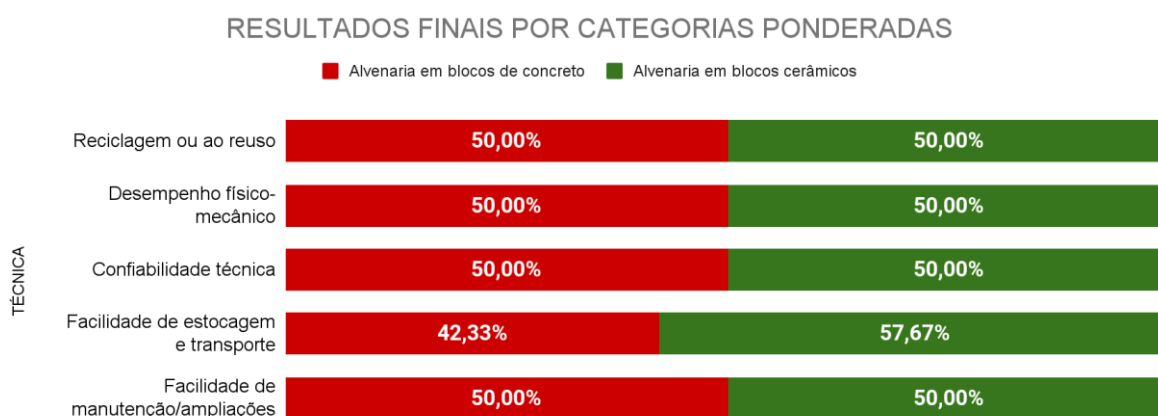
A avaliação destes indicadores foi realizada com base em manuais e documentos, disponibilizados pela CDHU, sobre as diretrizes e seguimento das NBRs específicas dos sistemas construtivos a serem aplicados nas construções de suas unidades habitacionais e trabalhos acadêmicos sobre as características dos materiais dos blocos utilizados.

Os dois sistemas construtivos analisados são iguais quanto a reciclagem e reuso, acompanhamento de profissionais durante a execução das alvenarias e facilidade de reparos, manutenções e replicações dos sistemas construtivos.

No indicador de desempenho físico-mecânico, o material cerâmico possui melhor transmitância térmica enquanto o concreto, por suas duas camadas de revestimento, possui menor transmissão de ondas sonoras.

Avaliando a facilidade de estocagem e transporte, o bloco de concreto é mais rígido, sendo mais resistente em sua estocagem, porém este material é mais pesado, dificultando o seu transporte. Além disso, o bloco de concreto é composto por elementos perecíveis, resultando em uma maior eficiência do sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos neste indicador (Figura 9) .

Figura 9 - Grau de participação dos sistemas construtivos quanto ao seu desempenho positivo por categoria dos indicadores técnicos



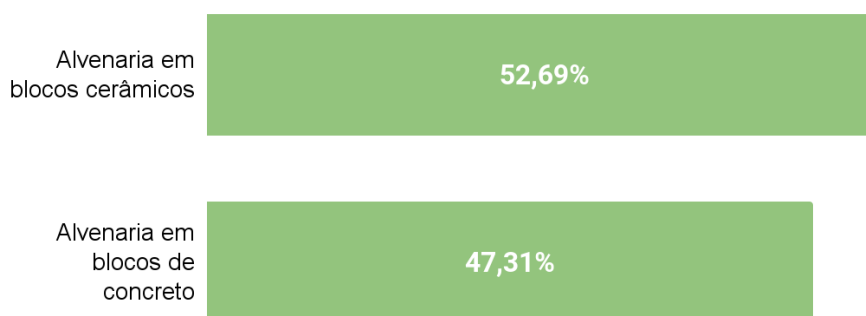
Fonte: elaborada pela autora

4.5 AVALIAÇÃO GLOBAL DA SUSTENTABILIDADE

Os valores obtidos através da análise da ferramenta MATSUS quanto aos indicadores ambientais, econômicos, sociais e de desempenho técnico demonstram, conforme Figura 10, que o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos possui um melhor desempenho sustentável quando comparado com o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto para a aplicação em uma edificação ou conjunto habitacional com características semelhantes ao projeto analisado.

Figura 10 - Resultado de desempenho sustentável dos sistemas construtivos analisados pela ferramenta MATSUS

RESULTADO FINAL DESEMPENHO SUSTENTÁVEL DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ANALISADOS NO PROJETO



Fonte: elaborada pela autora

É importante ressaltar que todos para os pilares analisados (ambiental, econômico, social e desempenho técnico) foram atribuídos um mesmo fator relativo (25%), pois as comunidades envolvidas nos sistemas construtivos dos CDHUs considerados nas análises não foram consultadas. Sendo assim, os principais fatores decisivos para o resultado encontrado foram os indicadores ambientais e econômicos. Os indicadores sociais foram iguais para os dois sistemas construtivos analisados e os indicadores técnicos foram muito semelhantes, pois os sistemas construtivos analisados são tradicionais e utilizam materiais e técnicas construtivas similares.

A ferramenta MATSUS permite uma avaliação global quanto à sustentabilidade empregada nos sistemas construtivos. Dentro da construção civil geralmente são avaliados os âmbitos ecológico, econômico e desempenho técnico, pois estes são aplicados diretamente nos materiais a serem utilizados, porém muitas vezes os indicadores sociais e ações que envolvam a comunidade local não são consideradas mesmo tendo impacto direto na vida dos futuros residentes das habitações construídas.

A sustentabilidade é um conceito amplo e não deve ser aplicada da mesma maneira em todas as situações. É fundamental colher informações sobre a comunidade que ocupará o espaço a ser construído, captando assim a visão desses moradores sobre a importância e relevância de cada indicador que será considerado nas tomadas de decisões sobre as aplicações do sistema construtivo a ser utilizado.

A grande maioria dos projetos de habitação de interesse social no Brasil, assim como os projetos do CDHU, são produzidos a partir de projetos padronizados com mesma tipologia e aplicação, devido à busca pela redução dos custos. Utilizar instrumentos e ferramentas com o MATSUS permite uma personalização das construções de forma simplificada, promovendo uma maior identificação da comunidade com o ambiente, melhorando diretamente na qualidade de vida da população que viverá nessas construções.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos possui um melhor desempenho sustentável, quando comparado com o sistema construtivo de alvenaria em blocos de concreto, para edificações com características semelhantes às amostras analisadas (Guaianazes A e Guaianazes B).

Os principais fatores para este resultados foram: a diferença dos impactos ambientais no ciclo de vida e forma de produção dos materiais utilizados nos dois sistemas construtivos analisados (blocos de concreto e blocos cerâmicos) e a diferença econômica na aquisição dos materiais utilizados. Nestes dois pilares, o sistema construtivo de alvenaria em blocos cerâmicos possui maior eficiência.

O uso da ferramenta da metodologia MATSUS para metrificar a sustentabilidade aplicada nos dois sistemas construtivos analisados se mostrou muito positivo, pois a ferramenta considera e avalia diferentes indicadores da sustentabilidade, além de ponderar a importância e relevância de cada um dos fatores para a comunidade (moradores e profissionais) envolvida no empreendimento construído.

A utilização de um mesmo fator relativo em todos os pilares da ferramenta MATSUS em conjunto com a falta de detalhamento das informações das obras analisadas, resultou em uma análise com menor profundidade sobre a sustentabilidade global (âmbitos ambientais, econômicos, sociais e técnicos) dos sistemas construtivos selecionados. Os resultados de sustentabilidade encontrados neste trabalho poderiam ser melhores ou mais precisos se tivessem informações mais detalhadas sobre as construções das amostras selecionadas, além da coleta e levantamento de informações em campo.

Sendo assim, aplicar a ferramenta em uma obra onde seja possível a coleta de informações com detalhes sobre os materiais, equipamentos, mão de obra, técnicas construtivas a serem utilizadas e informações da comunidade envolvida, resulta em um aproveitamento potencializado desta ferramenta.

No Brasil, projetos relacionados à construção de habitações para a população de baixa renda preocupam-se somente em promover um local para moradia, sem considerar os aspectos locais e interesses sociais da população. Considerar os aspectos importantes de acordo com a visão da comunidade que ocupará estes

locais, além de ampliar o conceito de sustentabilidade para além dos materiais e custos envolvidos na construção de novos empreendimentos, resulta em uma melhor qualidade de vida, pois ela está diretamente ligada com os seus interesses e necessidades supridas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. **IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da**, 2008.

ARRIGONI, Alessandro et al. **Life cycle assessment of natural building materials: the role of carbonation, mixture components and transport in the environmental impacts of hempcrete blocks**. Journal of Cleaner Production, v. 149, p. 1051-1061, 2017.

BARBOZA, Christian Souza. **Metodologia de apoio a seleção de sistemas construtivos mais sustentáveis para habitações rurais no contexto brasileiro**. 2019. 328 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

BONDUKI, Nabil Georges. Origens da habitação social no Brasil. **Análise social**, p. 711-732, 1994.

CARVALHO, J. O. et al. **Emissões de Gases de Efeito Estufa nos Processos Industriais–Produtos Mineraiis (Parte 1). Segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa**. Brasília, 2010.

CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbanismo. **CDHU: 50 anos promovendo a habitação social do estado de São Paulo**. São Paulo: KMPO Cultura e Arte, 2016.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO – CDHU. **Caderno de Tipologias**, 1997. Disponível em <https://dokumen.tips/documents/caderno-de-tipologia-construcoes-da-cdhu.html>. Acesso em: 19 junho 2019.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO – CDHU. **Tipologias e Edificaciones**. São Paulo, 1993.

Companhia de desenvolvimento Habitacional Urbano. **Manual Técnico de Projetos**. São Paulo, 2008.

Companhia de desenvolvimento Habitacional Urbano. **Listagem de componentes**. São Paulo, 2021. Disponível em:

<https://cdhu.sp.gov.br/documents/20143/140955/composicao+analitica+de+servicos+padrao+08-21.pdf/4bb2e54d-d02b-b24b-c681-ba08059d3d5c>. Acesso em: 8 out. 2021.

Companhia de desenvolvimento Habitacional Urbano. **Qualihab – Blocos Cerâmicos**. 2021. Disponível em:

<<https://www.cdhu.sp.gov.br/documents/20143/37012/Blocos+Cer%C3%A2micos+2021-01-04.pdf/73c08dad-edc2-8d7e-55dc-3c41801e442f>>. Acesso em: 20 outubro de 2021.

Companhia de desenvolvimento Habitacional Urbano. **Qualihab – Blocos vazados de concreto**. 2021. Disponível em:

<<https://www.cdhu.sp.gov.br/documents/20143/37012/Blocos+de+Concreto+2021-10-13.pdf/bbba5808-c703-c4be-21f6-7e64df69b0f5>>. Acesso em: 20 outubro de 2021.

CECCHETTO, Carise Taciane et al. **Habitação de interesse social: alternativas sustentáveis**. Revista GEDECON-Gestão e Desenvolvimento em Contexto, v. 3, n. 2, p. 35-49, 2015.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DA SILVA, Vanessa Gomes. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil**. Ambiente Construído, v. 7, n. 1, p. 47-66, 2007.

DE WILDE, Pieter. **Ten questions concerning building performance analysis**. *Building and Environment*, v. 153, p. 110-117, 2019.

FERRETI, Luciano. **B-10 um estudo de caso em HIS na Zona Leste de São Paulo**. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2018.

FIGENBAUM, Ana Cristina. **Análise comparativa de isolamento térmico entre painéis pré-moldados, alvenaria de vedação de blocos de concreto e blocos cerâmicos para fins de conforto térmico**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso.

FITTIPALDI, Mônica. **Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/ BA**. 2009. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

MELO, C. A. et al. **Implantação de Soluções Sustentáveis em Edifício da CDHU Localizado no Conjunto Residencial Rubens Lara–Cubatão**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP-2010.

OCHARÁN, J. S.; LIMA, FMS; LOVÓN, G. C. **Avaliação comparativa ambiental da produção de agregados naturais e reciclados para a construção civil**. XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Belo Horizonte, 2019.

OCHARÁN, José Luis Saravia et al. **Avaliação do ciclo de vida da produção de areia, brita e agregados reciclados para a construção civil**. 2019. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2305/1/Jose%20Luis%20Saravia%20Ochar%20C3%A1n.pdf>>. Acesso em: 25 outubro 2021.

OLDONI, Sirlei Maria. et al. **Desenvolvimento sustentável: a sustentabilidade inserida no meio urbano**. 2013. Disponível em < <https://www.faq.edu.br/contemporaneidade/artigos/4%20-%20Arquitetura%20-%20sIRLEI.pdf>>. Acesso em: 20 abril 2019.

SALGADO, Mônica Santos; CHATELET, Alain; FERNANDEZ, Pierre. **Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas**. Ambiente Construído, v. 12, n. 4, p. 81-99, 2012.

SILVA, Patrícia Mendes. **Gerenciamento de obras construídas por mutirão: estudos de caso de empreendimentos no Vale do Paraíba-SP**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

_____. Sistema Nacional de Pesquisa e Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi). Cadernos Técnicos de Composições para Argamassas. Lote 1. Versão 001. 2019b.

SOUZA, Ariane de. **Avaliação do ciclo de vida da areia em mineradora de pequeno porte, na região de são sojé do rio preto - SP**. 2012. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em:
<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4333/4649.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 out. 2021.

ROSSI, Mônica Therezinha Bartié. **Habitação social e gestão associativa- avaliação dos programas promovidos pelo governo do Estado de São Paulo no período 1990 a 2008**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2012.

7. ANEXO A- TIPOLOGIAS UTILIZADAS PELA CDHU

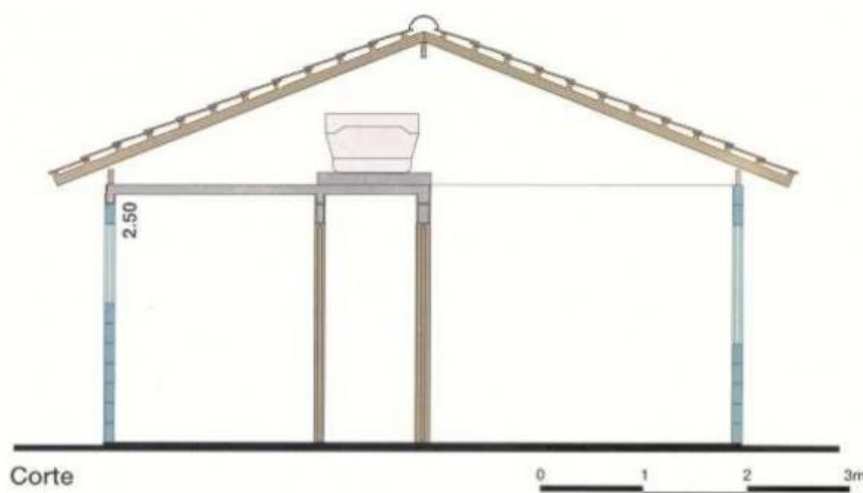
- Casa térrea isolada (TI13A- V2)

Quadro 21 - Descrição casa térrea isolada (TI13A- V2)

Fundação	Direta
Alvenaria	Blocos cerâmicos ou de concreto
Revestimento	Externo e interno (quando alvenaria for de bloco cerâmico)
Cobertura	Telha cerâmica com estrutura de madeira
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas
Esquadrias	Aço, sendo no litoral em alumínio ou PVC

Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 11 - Vista em corte casa térrea isolada (TI13A- V2)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 12 - Planta baixa casa térrea isolada (TI13A- V2)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

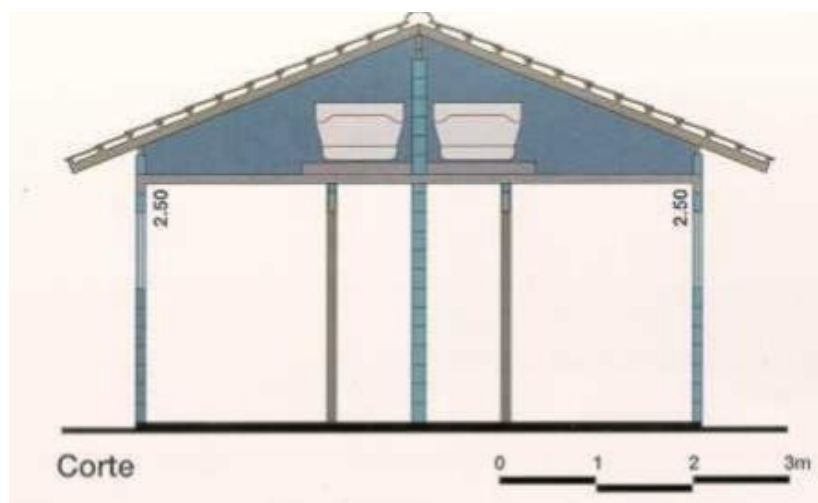
- **Casa térrea geminada (TG12A)**

Quadro 22- Descrição térrea geminada (TG12A)

Fundação	Direta
Alvenaria	Blocos cerâmicos ou de concreto
Revestimento	Externo e interno (quando alvenaria for de bloco cerâmico)
Cobertura	Telha cerâmica com estrutura de madeira
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas
Esquadrias	Aço, sendo no litoral em alumínio ou PVC

Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 13 - Vista em corte casa térrea geminada (TG12A)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 14 - Planta baixa casa térrea geminada (TG12A)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

- **Casas sobrepostas (SB22A)**

Quadro 23 - Descrição casas sobrepostas (SB22A)

Fundação	Sobre estacas ou brocas
Alvenaria	Blocos de concreto
Revestimento	Externo
Cobertura	Telha cerâmica com estrutura de madeira
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas
Esquadrias	Aço, sendo no litoral em alumínio ou PVC

Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 15 - Vista em corte casas sobrepostas (SB22A) - Pavimento térreo



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 16 - Planta baixa casas sobrepostas (SB22A) - Pavimento térreo



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 17 - Planta baixa casas sobrepostas (SB22A) - Pavimento superior



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

- Casas sobrepostas (SB22B)

Quadro 24 - Descrição casas sobrepostas (SB22B)

Fundação	Sobre estacas ou brocas
Alvenaria	Blocos de concreto
Revestimento	Externo
Cobertura	Telha cerâmica com estrutura de madeira
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas
Esquadrias	Aço, sendo no litoral em alumínio ou PVC

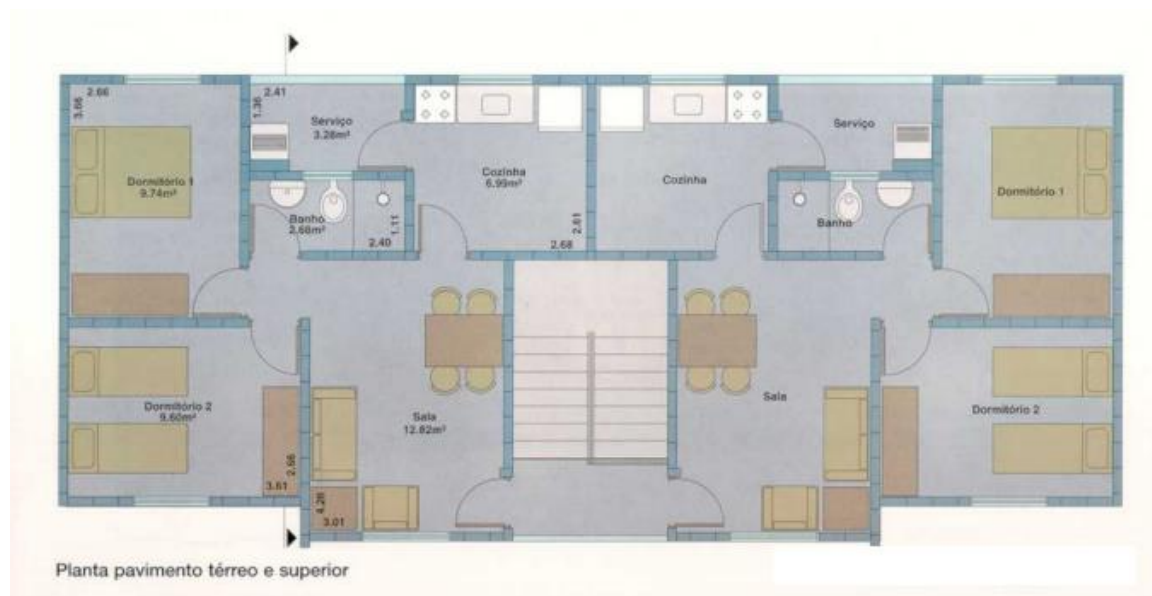
Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 18 - Vista em corte casas sobrepostas (SB22B) - pavimento térreo e superior



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 19 - Planta baixa casas sobrepostas (SB22B) - pavimento térreo e superior



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

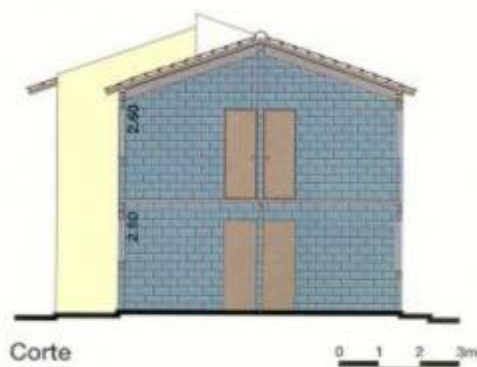
- **Sobrado renqueado (SR23A)**

Quadro 25 - Descrição sobrado renqueado (SR23A)

Fundação	Sapata corrida
Alvenaria	Blocos de concreto
Revestimento	Externo
Cobertura	Telha cerâmica com estrutura de madeira
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas
Esquadrias	Aço, sendo no litoral em alumínio ou PVC

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 20 - Vista em corte sobrado renqueado (SR23A)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 21 - Planta baixa sobrado renqueado (SR23A) -pavimento térreo e superior



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

- **Prédio vertical isolado (VI22F-V2)**

Quadro 26 - Descrição prédio vertical isolado (VI22F-V2)

Fundação	Direta ou profunda
Alvenaria	Blocos estruturais
Revestimento	Externo
Cobertura	Telha cerâmica
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas

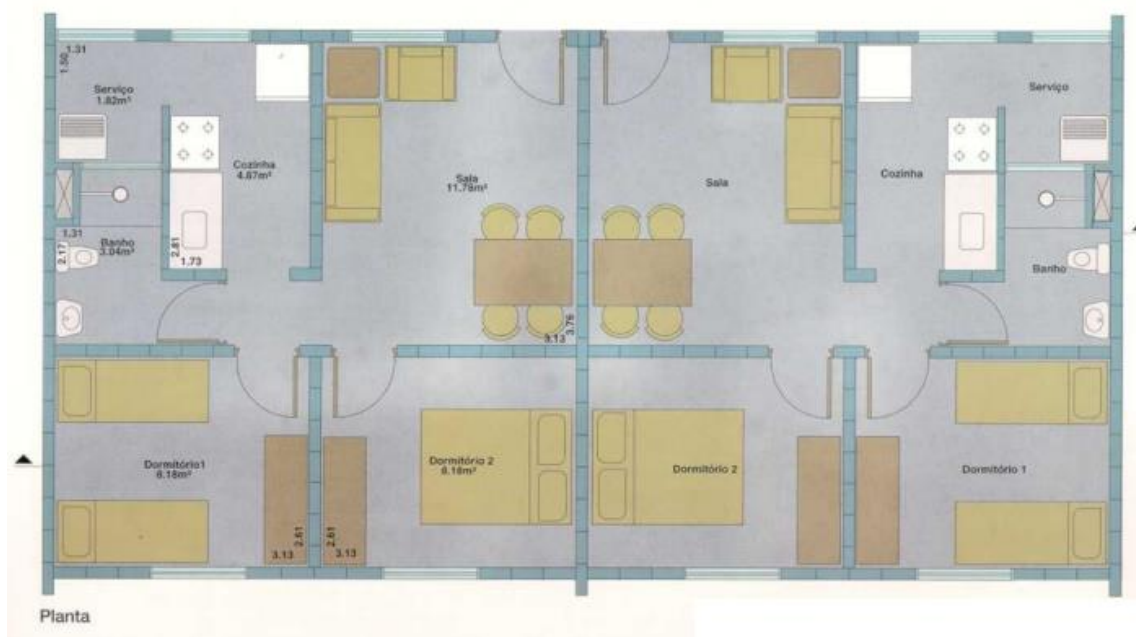
Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 22 - Vista em corte prédio vertical isolado (VI22F-V2)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 23 - Planta baixa prédio vertical isolado (VI22F-V2)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

- **Prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)**

Quadro 27- Descrição prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)

Fundação	Direta ou profunda
Alvenaria	Blocos estruturais
Revestimento	Externo
Cobertura	Telha cerâmica
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas

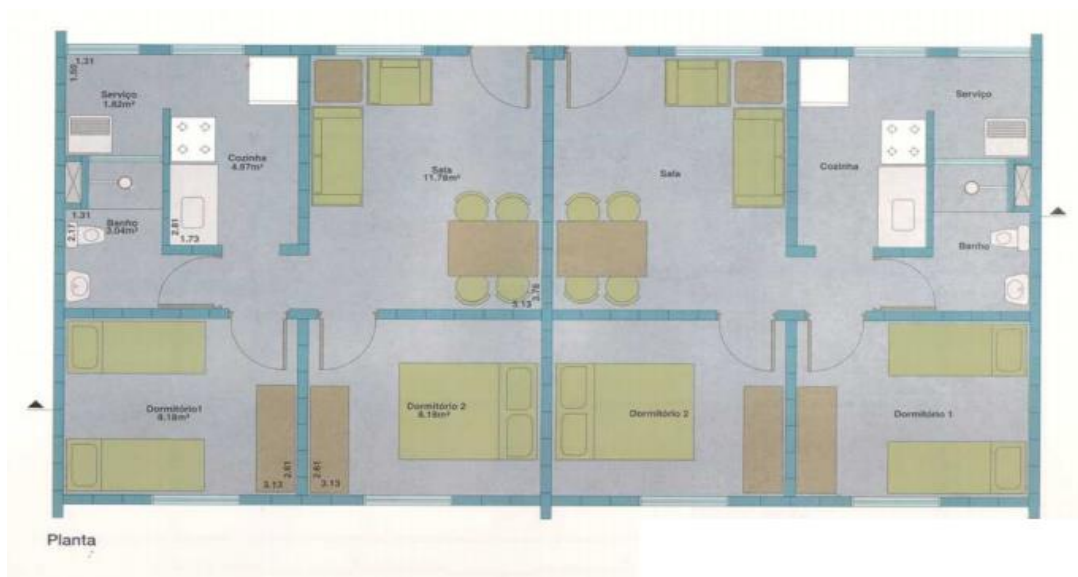
Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 24 - Vista em corte prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 25 - Planta baixa prédio vertical isolado sobre pilotis (PI22F)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

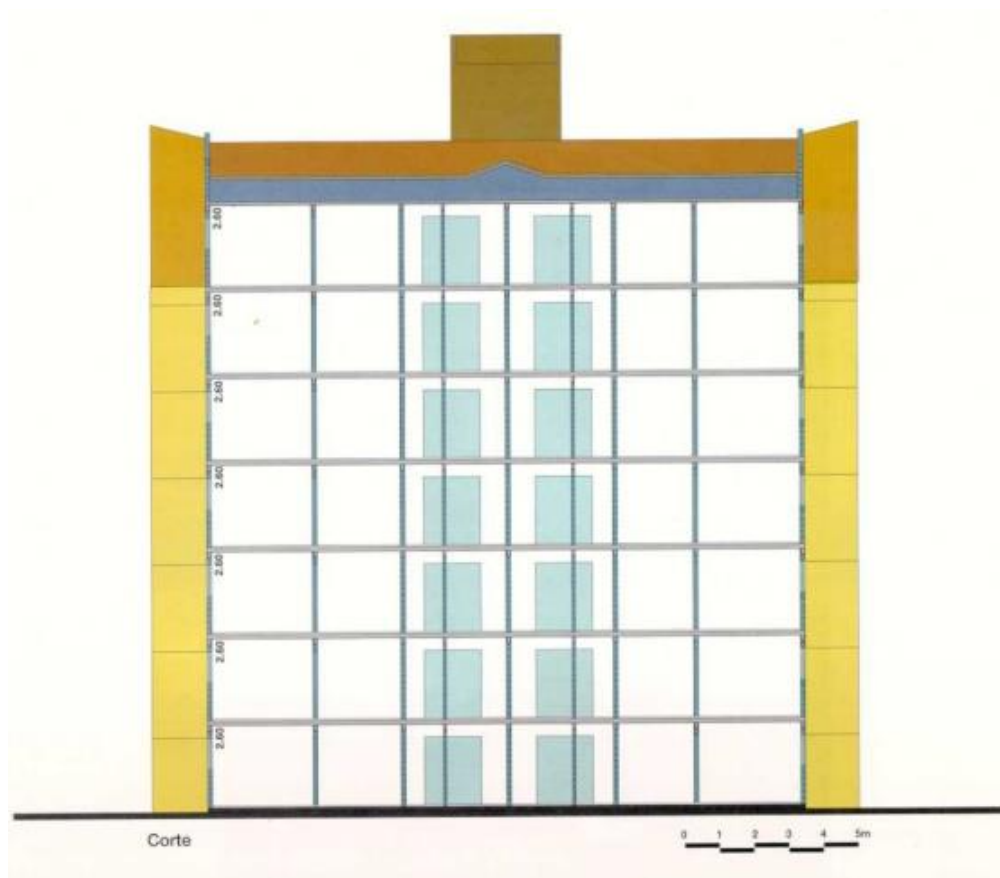
- **Prédio vertical isolado (VI22K)**

Quadro 28 - Descrição prédio vertical isolado (VI22K)

Fundação	Profunda
Alvenaria	Blocos estruturais
Revestimento	Externo
Cobertura	Telha cerâmica
Pintura	Látex interna e externa, com estudo cromático para fachadas

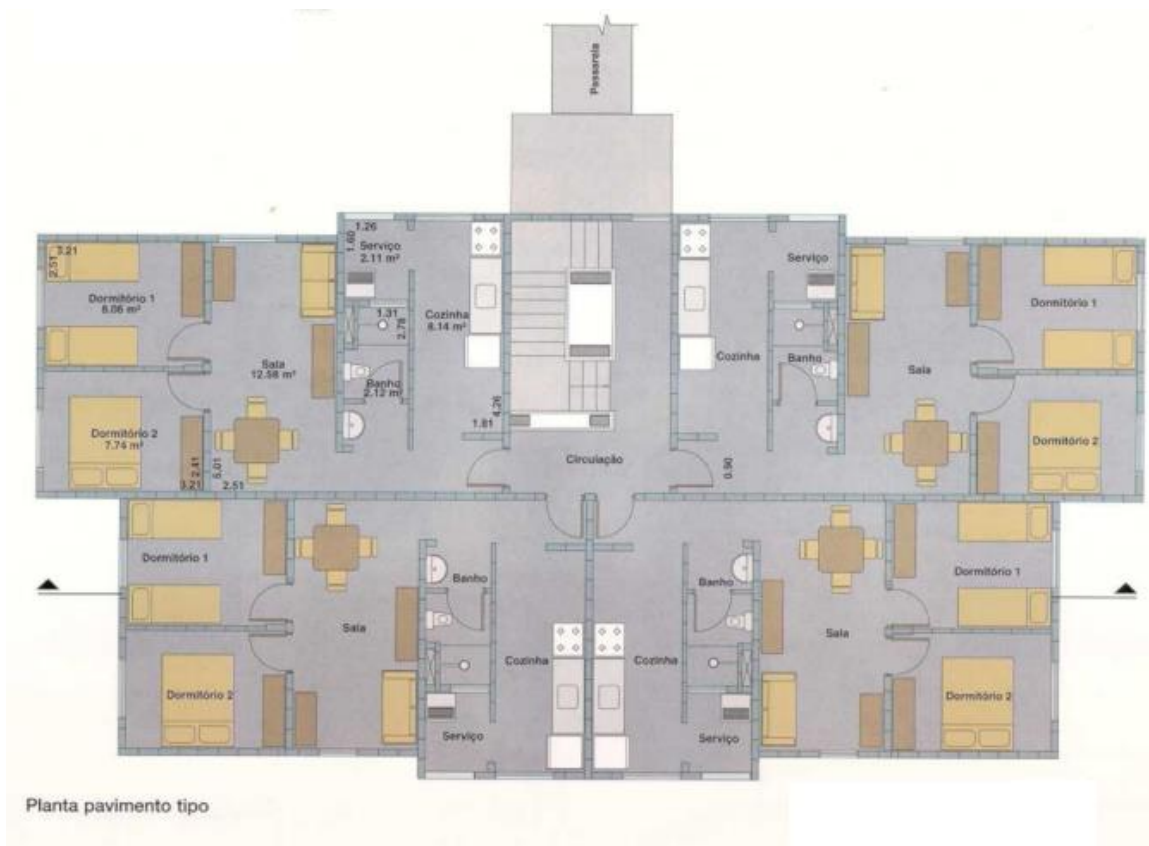
Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 26 - Vista em corte prédio vertical isolado (VI22K)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

Figura 27 - Planta baixa prédio vertical isolado (VI22K)



Fonte: Caderno de tipologia construções da CDHU

8. APÊNDICE A – Planilhas ferramenta MATSUS

Cadastro de Materiais										
Nome do material	Tipo	Quantidade analisada	Unidade	Fornecedor/fabricante	Informações adicionais	Possui EPD	Fonte	Código da EPD	País	Data da EPD
BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	Composito	1	Unidade	N/D	Informações ANICER (2012)	-	-	-	-	-
BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	Cerâmico	1	unidade	N/D	Informações ANICER (2012)	-	-	-	-	-
Cimento - CP II E 40	Aglomerante	1	kg	Votorantin		sim	EPD Brasil	S-P-00895	Brasil	20/06/2016
Areia média	Agregado	1	m ³	N/D	-	-	-	-	-	-
Cal hidratada	Aglomerante	1	kg	N/D	-	-	-	-	-	-
Cadastro de Materiais										
				Ambiental - Emissões atmosféricas						
Nome do material	Tipo	Quantidade analisada	Unidade	GWP (kg CO2-eq)	ODP (kg CFC 11- eq)	AP (kg SO2 - eq)	EP (kg PO4 3- eq)	POCP (kg C2H4-eq)		
BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	Composito	1	Unidade	3.99e+00	3.61e-07	7.37e-02	2.47e-04	1.26e-03		
BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	Cerâmico	1	unidade	1.72e+00	1.83e-07	4.78e-02	1.25e-04	7.75e-04		
Cimento - CP II E 40	Aglomerante	1	kg	7.89e-01	0.00e+00	1.70e-03	2.00e-04	1.00e-04		
Areia média	Agregado	1	m ³	3.23e+00	1.69e-07	5.60e-03	2.00e-04	0.00e+00		
Cal hidratada	Aglomerante	1	kg	7.80e-01	3.97e-06	7.98e-02	1.44e-02	6.63e-03		

Cadastro de Materiais								
				Ambiental - Resíduos sólidos			Ambiental - Consumo de Energia	
Nome do material	Tipo	Quantidade analisada	Unidade	Quant. de resíduos perigosos (kg)	Quant. resíduos radioativos (kg)	Quant. gerada de resíduos não perigosos (kg)	Quant. total de energia primária não renovável empregada (MJ)	Quant total de energia primária renovável empregada (MJ)
BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	Composito	1	Unidade	2.18e-02	0.00e+00	5.54e-02	3.56e+01	0.00e+00
BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	Cerâmico	1	unidade	1.57e-02	0.00e+00	3.66e-02	1.68e+01	0.00e+00
Cimento - CP II E 40	Aglomerante	1	kg	2.39e-07	0.00e+00	1.68e-04	1.91e+00	6.11e-01
Areia média	Agregado	1	m ³	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.28e+01	0.00e+00
Cal hidratada	Aglomerante	1	kg	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	4.47e+02	3.21e+01
Cadastro de Materiais								
				Ambiental - Consumo de Água				
Nome do material	Tipo	Quantidade analisada	Unidade	Quant. de agua proveniente da rede de abastecimento (m ³)		Quant. de agua reutilizada, a partir de fonte alternativa (m ³)		
BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	Composito	1	Unidade	8.42e+00		0.00e+00		
BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	Cerâmico	1	unidade	5.67e+00		0.00e+00		
Cimento - CP II E 40	Aglomerante	1	kg	5.50e-03		0.00e+00		
Areia média	Agregado	1	m ³	3.46e-01		0.00e+00		
Cal hidratada	Aglomerante	1	kg	1.41e+01		0.00e+00		

Cadastro de Equipamentos							
Nome do equipamento	Fonte de energia	Peso	Porte	Consumo de água (m³/h)	Consumo médio diesel (L/H)	Consumo médio de energia (KWh)	Meio de transporte
BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	Elétrica	500	Médio	0.0	0.0	1.47	Não
Toco ou caminhão semi-pesado	Diesel	-	Médio	0.1	5,56 (km/L)	0.00	Sim

Cadastro de Equipamentos					
Nome do equipamento	Ambiental - Resíduos sólidos			Ambiental - Consumo de Energia	
	Quant. de resíduos perigosos (kg)	Quant. resíduos radioativos (kg)	Quant. gerada de resíduos não perigosos (kg)	Quant. total de energia primária não renovável empregada (MJ)	Quant total de energia primária renovável empregada (MJ)
BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
Toco ou caminhão semi-pesado	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00

Cadastro de Equipamentos		
Nome do equipamento	Ambiental - Consumo de Água	
	Quant. de agua proveniente da rede de abastecimento (m³)	Quant. de agua reutilizada, a partir de fonte alternativa (m³)
BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	0.00e+00	0.00e+00
Toco ou caminhão semi-pesado	0.00e+00	0.00e+00

Cadastro de Mao de Obra	
Função	Nível de formação mínima
Pedreiro	Técnico de nível médio
Servente	Técnico de nível médio

Cadastro Custos Unitários					
Local	Classe	Nome	Valor Unitário (R\$/unidade)	Unidade	Data da cotação
SP	Material	BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	2.62	un	26/10/2021
SP	Material	BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	2.48	un	26/10/2021
SP	Material	Cimento - CP II E 40	0.58	kg	26/10/2021
SP	Material	Areia média	62.73	m ³	28/10/2021
SP	Material	Cal hidratada	0.62	Kg	28/10/2021
SP	Equipamento	Toco ou caminhão semi-pesado	0.94	km	31/10/2021
SP	Mao de obra	Pedreiro	19.74	HH	26/10/2021
SP	Mao de obra	Servente	16.23	HH	26/10/2021

Cadastro de Atividade						
Nome da Atividade	Encargos Sociais incidentes	Grau de Salubridade	Grau de Seguridade	Nome	Unidade	Quantidade
Alvenaria de vedação em Bloco de Concreto 14 x19 x39	113.93	5.0	5.0	Mão de obra		
				Pedreiro	HH	0.7
				Servente	HH	0.81
				Material		
				BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	un	13.13
				Cimento - CP II E 40	kg	1.95
				Cal hidratada	kg	0.49
Areia média	m ³	0,013				
Alvenaria de vedação em Bloco Cerâmico 14 x19 x39	113.93	5.0	5.0	Mão de obra		
				Pedreiro	HH	0.5
				Servente	HH	0.61
				Material		
				BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	un	13.0
				Cimento - CP II E 40	kg	2.86
				Cal hidratada	kg	0.29
Areia média	m ³	0,0129				

Cadastro de Atividade						
Nome da Atividade	Encargos Sociais incidentes	Grau de Salubridade	Grau de Seguridade	Nome	Unidade	Quantidade
Argamassa para revestimento - concreto	113.93	5.0	5.0	Mão de obra		
				Pedreiro	HH	0,06816
				Material		
				Areia média	m³	0,01904
				Cal hidratada	kg	2,5432
				Cimento - CP II E 40	kg	2,86
				Equipamento		
				BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	h prod	0,06816
Argamassa para revestimento - cerâmico	113.93	5.0	5.0	Mão de obra		
				Pedreiro	HH	0,03400
				Material		
				Areia média	m³	0,01904
				Cal hidratada	kg	1,27
				Cimento - CP II E 40	kg	1,43
				Equipamento		
				BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	h prod	0,03400

Indicadores ambientais relativos parciais - por atividade

Atividade	Nome	unidade	Quantidade	GWP (unitário)	Sub. total GWP	ODP (unitário)	Sub. total ODP	AP (unitário)	Sub. total AP	EP (unitário)	Sub. total EP	POCP (unitário)	Sub. total POCP	Quant. de resíduos perigosos (unitário)	Sub. total RP	Quant. resíduos radioativos (unitário)	Sub. total RR	Quant. gerada de resíduos não perigosos (unitário)	Sub. total RNP	Energia não renovável	Energia renovável	Água da rede de abastecimento	Água de Reuso		
Alvenaria de vedação em Bloco de Concreto 14 x19 x39	Materiais																								
	BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	un	13,13	3.99e+00	5.24e+01	3.61e-07	4.74e-06	7.37e-02	9.68e-01	2.47e-04	3.24e-03	1.26e-03	1.65e-02	2.18e-02	2.86e-01	0.00e+00	0.00e+00	5.54e-02	7.27e-01	4.67e+02	0.00e+00	1.11e+02	0.00e+00		
	Cimento - CP II E 40	kg	1,95	7.89e-01	1.54e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.70e-03	3.31e-03	2.00e-4	3.90e-04	1.00e-04	1.95e-07	2.39e-07	4.66e-07	0.00e+00	0.00e+00	1.68e-04	3.28e-04	3.72e+00	1.19e+00	1.07e-02	0.00e+00		
	Cal hidratada	kg	0,49	7.80e-01	3.82e-01	3.97e-06	1.95e-06	7.98e-02	3.91e-02	1.44e-02	7.06e-03	6.63e-03	3.25e-03	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	2.19e+02	1.57e+01	6.91e+00	0.00e+00	
	Areia média	m³	0,013	3.23e+00	4.20e-02	1.69e-07	2.20e-09	5.60e-03	7.28e-05	2.00e-04	2.60e-06	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.66e-01	0.00e+00	4.50e-03	0.00e+00		
	TOTAIS por m² fase				GWP	5.44e+01	ODP	6.69e-06	AP	1.01e+00	EP	1.07e-02	POCP	2.00e-02	Resíduos Perigosos	2.86e-01	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	7.28e-01	6.90e+02	1.69e+01	1.17e+02	0.00e+00	
	Equipamentos																								
	TOTAIS por m² fase				GWP	0.00e+00	ODP	0.00e+00	AP	0.00e+00	EP	0.00e+00	POCP	0.00e+00	Resíduos Perigosos	0.00e+00	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
	TOTAIS																								
	TOTAIS por m² de sistema construtivo				GWP	5.44e+01	ODP	6.69e-06	AP	1.01e+00	EP	1.07e-02	POCP	2.00e-02	Resíduos Perigosos	2.86e-01	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	7.28e-01	6.90e+02	1.69e+01	1.17e+02	0.00e+00	
Alvenaria de vedação em Bloco Cerâmico 14 x19 x39	Materiais																								
	BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	un	13	1.72e+00	2.24e+01	1.83e-07	2.38e-06	4.78e-02	6.21e-01	1.25e-04	1.63e-03	7.75e-04	1.01e-02	1.57e-02	2.04e-01	0.00e+00	0.00e+00	3.66e-02	4.76e-01	2.18e+02	0.00e+00	7.37e+01	0.00e+00		
	Cimento - CP II E 40	kg	2,86	7.89e-01	2.26e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.70e-03	4.86e-03	2.00e-04	5.72e-04	1.00e-04	2.86e-04	2.39e-07	6.84e-07	0.00e+00	0.00e+00	1.68e-04	4.80e-04	5.46e+00	1.75e+00	1.57e-02	0.00e+00		
	Cal hidratada	kg	0,29	7.80e-01	2.26e-01	3.97e-06	1.15e-06	7.98e-02	2.31e-02	1.44e-02	4.18e-03	6.66e-03	1.92e-03	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.30e+02	9.31e+00	4.09e+00	0.00e+00		
	Areia média	m³	0,0129	3.23e+00	4.17e-02	1.69e-07	2.18e-09	5.60e-03	7.22e-05	2.00e-04	2.58e-06	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.65e-01	0.00e+00	4.46e-03	0.00e+00		
	TOTAIS por m² fase				GWP	2.49e+01	ODP	3.53e-06	AP	6.49e-01	EP	6.38e-03	POCP	1.23e-02	Resíduos Perigosos	2.04e-01	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	4.76e-01	3.54e+02	1.11e+01	7.78e+01	0.00e+00	
	Equipamentos																								
	TOTAIS por m² fase				GWP	0.00e+00	ODP	0.00e+00	AP	0.00e+00	EP	0.00e+00	POCP	0.00e+00	Resíduos Perigosos	0.00e+00	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
	TOTAIS																								
	TOTAIS por m² de sistema construtivo				GWP	2.49e+01	ODP	3.53e-06	AP	6.49e-01	EP	6.38e-03	POCP	1.23e-02	Resíduos Perigosos	2.04e-01	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	4.76e-01	3.54e+02	1.11e+01	7.78e+01	0.00e+00	

Indicadores ambientais relativos parciais - por atividade

Atividade	Nome	unidade	Quantidade	GWP (unitário)	Sub. total GWP	ODP (unitário)	Sub. total ODP	AP (unitário)	Sub. total AP	EP (unitário)	Sub. total EP	POCP (unitário)	Sub. total POCP	Quant. de resíduos perigosos (unitário)	Sub. total RP	Quant. resíduos radioativos (unitário)	Sub. total RR	Quant. gerada de resíduos não perigosos (unitário)	Sub. total RNP	Energia não renovável	Energia renovável	Água da rede de abastecimento	Água de Reuso	
Argamassa para revestimento - concreto	Materiais																							
	Areia média	m³	0,01904	3.23e+00	6.15e-02	1.69e-07	3.22e-09	5.60e-03	1.07e-04	2.00e-04	3.81e-06	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	2.44e-01	0.00e+00	6.59e-03	0.00e+00	
	Cimento - CP II E 40	kg	2,86	7.89e-01	2.26e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.70e-03	4.86e-03	2.00e-04	5.72e-04	1.00e-04	2.86e-04	2.39e-07	6.84e-07	0.00e+00	0.00e+00	1.68e-04	4.80e-04	5.46e+00	1.75e+00	1.57e-02	0.00e+00	
	Cal hidratada	kg	2,5432	7.80e-01	1.98e+00	3.97e-06	1.01e-05	7.98e-02	2.03e-01	1.44e-02	3.66e-02	6.63e-03	1.69e-02	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.14e+03	8.16e+01	3.59e+01	0.00e+00	
	TOTAIS por m² fase				GWP	4.30e+00	ODP	1.01e-05	AP	2.08e-01	EP	3.72e-02	POCP	1.71e-02	Resíduos Perigosos	6.84e-07	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	4.80e-04	1.14e+03	8.34e+01	3.59e+01	0.00e+00
	Equipamentos																							
	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	h prod	0,06816	1.53e-01	1.04e-02	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
	TOTAIS por m² fase				GWP	1.04e-02	ODP	0.00e+00	AP	0.00e+00	EP	0.00e+00	POCP	0.00e+00	Resíduos Perigosos	0.00e+00	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
TOTAIS																								
TOTAIS por m² de sistema construtivo				GWP	4.31e+00	ODP	1.01e-05	AP	2.08e-01	EP	3.72e-02	POCP	1.71e-02	Resíduos Perigosos	6.84e-07	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	4.80e-04	1.14e+03	8.34e+01	3.59e+01	0.00e+00	
Argamassa para revestimento - cerâmico	Materiais																							
	Areia média	m³	0,00952	3.23e+00	3.07e-02	1.69e-07	1.61e-09	5.60e-03	5.33e-05	2.00e-04	1.90e-06	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.22e-01	0.00e+00	3.29e-03	0.00e+00	
	Cal hidratada	kg	1,27	7.80e-01	9.91e-01	3.97e-06	5.04e-06	7.98e-02	1.01e-01	1.44e-02	1.83e-02	6.63e-03	8.42e-03	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	5.68e+02	4.08e+01	1.79e+01	0.00e+00	
	Cimento - CP II E 40	kg	1,43	7.89e-01	1.13e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.70e-03	2.43e-03	2.00e-04	2.86e-04	1.00e-04	1.43e-04	2.39e-07	3.42e-07	0.00e+00	0.00e+00	1.68e-04	2.40e-04	2.73e+00	8.74e-01	7.86e-03	0.00e+00	
	TOTAIS por m² fase				GWP	2.15e+00	ODP	5.04e-06	AP	1.04e-01	EP	1.86e-02	POCP	8.56e-03	Resíduos Perigosos	3.42e-07	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	2.40e-04	5.71e+02	4.16e+01	1.79e+01	0.00e+00
	Equipamentos																							
	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	h prod	0,03400	1.53e-01	5.20e-03	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
	TOTAIS por m² fase				GWP	5.20e-03	ODP	0.00e+00	AP	0.00e+00	EP	0.00e+00	POCP	0.00e+00	Resíduos Perigosos	0.00e+00	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00
TOTAIS																								
TOTAIS por m² de sistema construtivo				GWP	2.15e+00	ODP	5.04e-06	AP	1.04e-01	EP	1.86e-02	POCP	8.56e-03	Resíduos Perigosos	3.42e-07	Resíduos Radioativos	0.00e+00	Resíduos Não Perigosos	2.40e-04	5.71e+02	4.16e+01	1.79e+01	0.00e+00	

Indicadores econômicos relativos parciais - por atividade														
Atividade	Nome	unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Relativo	Atividade	Nome	unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Relativo			
Alvenaria de vedação em Bloco de Concreto 14 x19 x39	Materiais					Alvenaria de vedação em Bloco Cerâmico 14 x19 x39	Materiais							
	BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	un	13.13	R\$ 2,62	R\$ 34,40		BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	un	13	R\$ 2,48	R\$ 32,24			
	Cimento - CP II E 40	kg	1.95	R\$ 0,58	R\$ 1,13		Cimento - CP II E 40	kg	2.86	R\$ 0,58	R\$ 1,66			
	Cal hidratada	kg	0.49	R\$ 0,62	R\$ 0,30		Cal hidratada	kg	0.29	R\$ 0,62	R\$ 0,18			
	Areia média	m³	0,013	R\$ 62,73	R\$ 0,82		Areia média	m³	0,0129	R\$ 62,73	R\$ 0,81			
	TOTAIS por m² fase						R\$ 36,65	TOTAIS por m² fase					R\$ 34,89	
	Equipamentos								Equipamentos					
	TOTAIS por m² fase						R\$ 0,00	TOTAIS por m² fase					R\$ 0,00	
	Mão de Obra								Mão de Obra					
	Pedreiro	HH	0.7	R\$ 19,74	R\$ 13,82		Pedreiro	HH	0.5	R\$ 19,74	R\$ 9,87			
	Servente	HH	0.81	R\$ 16,23	R\$ 13,15		Servente	HH	0.61	R\$ 16,23	R\$ 9,90			
	TOTAIS por m² fase						R\$ 26,97	TOTAIS por m² fase					R\$ 19,77	
	TOTAIS								TOTAIS					
	Total com encargos sociais		113,93%				R\$ 30,72	Total com encargos sociais		113,93%			R\$ 22,52	
	Totais por m² fase						R\$ 30,72	Totais por m² fase					R\$ 22,52	
Totais por m² da atividade					R\$ 67,37	Totais por m² da atividade					R\$ 57,41			

Indicadores econômicos relativos parciais - por atividade											
Atividade	Nome	unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Relativo	Atividade	Nome	unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Relativo
Argamassa para revestimento - concreto	Materiais					Argamassa para revestimento - cerâmico	Materiais				
	Areia média	m³	0,01904	R\$ 62,73	R\$ 1,19		Areia média	m³	0,00952	R\$ 62,73	R\$ 0,60
	Cimento - CP II E 40	kg	2,86	R\$ 0,62	R\$ 1,77		Cal hidratada	kg	1,27	R\$ 0,62	R\$ 0,79
	Cal hidratada	kg	2,5432	R\$ 0,58	R\$ 1,48		Cimento - CP II E 40	kg	1.43	R\$ 0,58	R\$ 0,83
	TOTAIS por m² fase				R\$ 4,44		TOTAIS por m² fase				R\$ 2,22
	Equipamentos						Equipamentos				
	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	h prod	0,06816	R\$ 0,00	R\$ 0,00		BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELETRICO TRIFASICO 220/380 V	h prod	0,03408	R\$ 0,00	R\$ 0,00
	TOTAIS por m² fase				R\$ 0,00		TOTAIS por m² fase				R\$ 0,00
	Mão de Obra						Mão de Obra				
	Servente	HH	0,06816	R\$ 16,23	R\$ 1,11		Servente	HH	0,03408	R\$ 16,23	R\$ 0,55
	TOTAIS por m² fase				R\$ 1,11		TOTAIS por m² fase				R\$ 0,55
	TOTAIS						TOTAIS				
	Total com encargos sociais		113,93%		R\$ 1,26		Total com encargos sociais		113,93%		R\$ 0,63
	Totais por m² fase				R\$ 1,26		Totais por m² fase				R\$ 0,63
	Totais por m² da atividade				R\$ 5,69		Totais por m² da atividade				R\$ 2,84

Composição dos sistemas construtivos analisados																
		Indicadores Ambientais												Econômico	Social	
Atividade	Quantidade por m ²	GWP	ODP	AP	EP	POCP	Resíduos Perigosos	Resíduos Radioativos	Resíduos não Perigosos	Energia não renovável	Energia renovável	Água da rede de abastecimento	Água de Reuso	Custo por m ²	Grau de Salubridade	Grau de Segurança
ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO																
Alvenaria de vedação em Bloco de Concreto 14 x19 x39	1.0	5.44e+01	6.69e-06	1.01e+00	1.07e-02	2.00e-02	2.86e-01	0.00e+00	7.28e-01	6.90e+02	1.69e+01	1.17e+02	0.00e+00	R\$ 67,37	5	5
Argamassa para revestimento - concreto	1.0	4.31e+00	1.01e-05	2.08e-01	3.72e-02	1.71e-02	6.84e-07	0.00e+00	4.80e-04	1.14e+03	8.34e+01	3.59e+01	0.00e+00	R\$ 5,69	5	5
TOTAIS (relativos) Sistema Construtivo/m²		5,78E+01	1.68e-05	1.22e+00	4.79e-02	3.71e-02	2.86e-01	0.00e+00	7.28e-01	1.83e+03	1.00e+02	1.53e+02	0.00e+00	R\$ 73,06	5	5
ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS																
Alvenaria de vedação em Bloco Cerâmico 14 x19 x39	1.0	2.49e+01	3.53e-06	6.49e-01	6.38e-03	1.23e-02	2.04e-01	0.00e+00	4.76e-01	3.54e+02	1.11e+01	7.78e+01	0.00e+00	R\$ 57,41	5	5
Argamassa para revestimento - concreto	1.0	2.15e+00	5.04e-06	1.04e-01	1.86e-02	8.56e-03	3.42e-07	0.00e+00	2.40e-04	5.71e+02	4.16e+01	1.79e+01	0.00e+00	R\$ 2,84	5	5
TOTAIS (relativos) Sistema Construtivo/m²		2.7e+01	5.58e-06	7.53e-01	2.50e-02	2.08e-02	2.04e-01	0.00e+00	4.77e-01	9.24e+02	5.27e+01	9.57e+01	0.00e+00	R\$ 60,25	5	5

Análise de transportes - por sistema construtivo														
Atividade	Insumo	Km distância	Tipo de transporte	Custo	GWP (unitário)	Sub. total GWP	ODP (unitário)	Sub. total ODP	AP (unitário)	Sub. total AP	EP (unitário)	Sub. total EP	POCP (unitário)	Sub. total POCP
ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO														
Alvenaria de vedação em Bloco de Concreto 14 x19 x39	BLOCO DE CONCRETO, 14 X 19 X 39 CM	16	Toco ou caminhão semi-pesado	0	2.67e+00	7.68e+00	0.00e+00	0.00e+00	1.04e-03	2.99e-03	0.00e+00	0.00e+00	1.65e-04	4.75e-04
		TOTAIS por m² fase			GWP	7.68e+00	ODP	0.00e+00	AP	2.99e-03	EP	0.00e+00	POCP	4.75e-04
ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS														
Alvenaria de vedação em Bloco Cerâmicos 14 x19 x39	BLOCO CERÂMICO, 14 X 19 X 39 CM	91.5	Toco ou caminhão semi-pesado	0	2.67e+00	4.39e+01	0.00e+00	0.00e+00	1.04e-03	1.71e-02	0.00e+00	0.00e+00	1.65e-04	2.72e-03
		TOTAIS por m² fase			GWP	4.39e+01	ODP	0.00e+00	AP	1.71e-02	EP	0.00e+00	POCP	2.72e-03